

フランクフルト国際電気技術博覧会とその帰結 ——近代ドイツにおける都市電力ネットワーク形成の一モデル——

森 宜 人

はじめに

近代における都市化は都市規模の拡大過程としてだけでなく、それへの対応としての都市内社会資本の蓄積過程としても捉えることができる。都市内の社会資本は、都市経済を支える基盤として機能するとともに、都市の社会生活全体のあり方を左右するストックとして、都市の歴史そのものを規定する。ドイツで都市化が急激に進展した第二帝政期に、都市内社会資本の蓄積に最も寄与したのは各都市自治体であった。その背景には、1880 年代以降の都市自治が、都市経済の公共部門における行政活動の拡大深化、行政組織の官僚制化・専門化、そしてこれらの結果としての財政の肥大化を主たる指標とする「自治体給付行政」(Kommunale Leistungsverwaltung)⁽²⁾の急速な発展によって刻印されていたという事情がある。

電力事業は、都市生活との不可分な結びつきのために、自治体給付行政の中でも特に重視され、電灯による照明や市街鉄道の電化に象徴されるように、都市の経済的側面のみならず社会文

* 本稿は、社会経済史学会第 72 回全国大会 (2003 年 6 月 1 日、於：東京経済大学) における自由論題報告の報告原稿に大幅な加筆・訂正をしたものであり、また、日本学術振興会平成 15 年度科学研究費補助金 (特別研究員奨励費) による研究成果の一部である。

注 (1) 近年のドイツ近代都市史研究では、ドイツ語独特の概念ではあるが都市化を「都市化」(Verstädterung) と「都市社会化」(Urbanisierung) に区分する。前者は都市人口の増大のように主として都市化の量的側面を示すのに対して、後者は、都市化による「都市性」(Urbanität) の変化とその結果による都市社会の構造や制度の変動、さらには都市文化や都市的生活様式の社会全体への浸透を意味する質的概念である。したがって、社会資本の蓄積による都市社会の変化は後者に属する。この点については、K. Tenfelde, 'Urbanization and the spread of an urban culture in Germany in the nineteenth and twentieth centuries', in F. Lenger (ed.), *Towards an urban nation: Germany since 1780*, Oxford/New York, 2002, pp. 24-35 を参照。

(2) H. Matzerath, 'Kommunale Leistungsverwaltung', in H. H. Blotevogel (Hg.), *Kommunale Leistungsverwaltung und Stadtentwicklung*, Köln/Wien, 1990, S. 10. これ以外の自治体給付行政研究の内、主たるものは以下を参照。K. H. Kaufhold (Hg.), *Investitionen der Städte im 19. und 20. Jahrhundert*, Köln/Weimar/Wien, 1997; J. Reulecke (Hg.), *Die Stadt als Dienstleistungszentrum. Beiträge zur Geschichte der "Sozialstadt" in Deutschland im 19. und frühen 20. Jahrhundert*, St. Katharinen, 1995; 北住炯一『近代ドイツ官僚国家と自治—社会国家への道—』成文堂, 1990 年; 関野満夫『ドイツ都市経営の財政史』中央大学出版部, 1997 年。

(3) 電灯導入の社会文化史的側面については、S. Becker, *Urbanität und Moderne. Studien zur Großstadtswahrnehmung in der deutschen Literatur. 1900-1930*, St. Ingbert, 1993 を参照。市街鉄道の電化については、馬場哲『都市化と交通』『岩波講座世界歴史 第 22 巻 産業と革新—資本主義の発展と変容—』岩波書店, 1998 年を参照。

化的側面にも大きな変容をもたらした。⁽³⁾ また、都市の電化は都市内電力需要の喚起を通じて、1890年代中葉から第一次大戦前夜にかけてのドイツ経済の長期的好況局面を支えた電機産業の成長を促進した。⁽⁴⁾ このように、都市の電化はドイツ近代都市史のみならず、ドイツ近代経済史上の看過し得ない論点である。本稿では、その中でも特に都市への電力事業の導入期に焦点をあてて考察を進めたい。

1886年に建設されたベルリンの中央発電所を嚆矢とするドイツにおける都市の電化は、1890年代に本格化し、早くも20世紀初頭には、人口2～5万人の小都市の77.6%と人口5万人以上の中大都市すべてに電力が供給されるに至る。その内、人口2～5万人の小都市の57.9%、人口5万～10万人の中都市の74.1%、そして人口10万人以上の大都市の80.5%で、それぞれ都市自治体が電力供給を担っていた。⁽⁵⁾ 自治体が電力事業を掌握する傾向は、都市規模に比例して強くなったのである。

この間に進捗した電気技術の発展により、1890年代から電力システムは、直流システムから交流システムへと切り替えられた。これにより、直流では僅かに1km前後に過ぎなかった給電範囲が、交流では数十キロメートル単位に拡大し、両システムを同じ電力事業として一括りにすることができないほど、電力事業のあり方は著しく変化する。だが、このシステムの移行は順調に推移せず、第1節でみるように「システム論争」(Kampf der Systeme)と称される両システム支持者による激しい対立を経て、初めて実現されたのである。そして、この対立に終止符を打ったのが、三相交流による発送電の大規模な実験の場となった「フランクフルト国際電気技術博覧会」(Internationale Elektro-Technische Ausstellung zu Frankfurt am Main)であった。

このように、フランクフルト国際電気技術博覧会を転機とする直流から交流への移行は、電力事業の重大な転換点であると同時に、給付行政をめぐる自治体の戦略を明らかにするための恰好の糸口となるといえよう。だが、近年ドイツ近代都市史研究の主流となっている自治体給付行政

注 (4) 都市の電化のマクロ経済的影響については、M. Grabas, *Konjunktur und Wachstum in Deutschland von 1895 bis 1914*, Berlin, 1992 を参照。

(5) P. Mombert, 'Die Gemeindebetriebe in Deutschland. Allgemeine Darstellung', *Schriften des Vereins für Socialpolitik*, Bd. 128 (1908), S. 54ff.

(6) D・ショットの主たる研究は以下を参照。H. Böhme u. D. Schott, 'Elektrifizierung zwischen "Demonstrativer Modernität" und strategischer Industriepolitik. Entwicklungswege beim Aufbau einer städtischen Dienstleistungs-Infrastruktur in Darmstadt, Mannheim und Mainz', in J. Reulecke (Hg.), *Die Stadt als Dienstleistungszentrum. Beiträge zur Geschichte der "Sozialstadt" in Deutschland im 19. und frühen 20. Jahrhundert*, St. Katharinen, 1995; D. Schott, 'Stadtentwicklung-Energieversorgung-Nahverkehr. Investitionen in die technische Vernetzung der Städte am Beispiel von Mannheim mit Ausblick auf Darmstadt und Mainz', in K. H. Kaufhold (Hg.), *Investitionen der Städte im 19. und 20. Jahrhundert*, Köln/Weimar/Wien, 1997; D. Schott, *Die Vernetzung der Stadt. Kommunale Energiepolitik, öffentlicher Nahverkehr und die "Produktion" der Modernen Stadt. Darmstadt-Mannheim-Mainz 1880-1918*, Darmstadt, 1999; D. Schott, 'Lichter und Ströme der Großstadt. Technische Vernetzung als Handlungsfeld für die Stadt-Umland-Beziehungen um 1900', in C. Zimmermann u. J. Reulecke (Hg.), *Die Stadt als Moloch? Das Land als Kraftquell? Wahrnehmungen und Wirkungen der Großstädte um 1900*, Basel/Boston/Berlin, 1999; D. Schott, 'Das Zeitalter der Elektrizität: Visionen-Potentiale-Realität', *Jahrbuch für Wirtschaftsgeschichte*, Heft 2 (1999)。

研究において、電力事業は中心的領域であるにもかかわらず、その多くが都市自治体の制度史的な、いし財政史的な視点に立っているために、電力事業のこのような技術的特性や個別都市の社会経済史的背景を考慮に入れた電力事業の実態分析については、D・ショットによるダルムシュタット、マンハイム、マインツの比較研究を除いて、ほとんど研究の蓄積がないのが現状である。⁽⁶⁾

ショットの研究の特色は、電力事業を「住民にとってますます不可欠になるサービスを提供し、住民の生存を保証し、そして分業的に構造化されつつある集合体としての都市経済への住民の参加を可能にする経済的・社会的・技術的なシステム」⁽⁷⁾の一つと捉え、その展開を都市のネットワーク化プロセスとして比較検討した点にあり、その叙述は詳細をきわめている。だが、ショットが選定した事例は、すべてシステム論争の前後に電力事業を導入した都市であり、直流から交流への移行期の都市の動向については、必ずしも立ち入った考察をしていない。

本稿では、以上の研究史の状況をふまえ、直流から交流へのシステム移行期の都市電力ネットワークの形成プロセスを明らかにするために、フランクフルト市発電所の建設計画策定過程を辿ることにより、以下の4つの論点を明らかにすることを課題とする。第1に、そもそも電力事業は何を目的として導入されようとしたのか。第2に、事業の前提となる電力システムはどのようにして選択されたのか。第3に、経営面の重点はどこにおかれたのか。またそのために、公設公営、公設民営、民設民営のいずれの経営形態が選択されるに至ったのか。第4に、直流から交流へのシステム移行期に建設された都市電力ネットワークは、その前後の事例と比較してどのような特質を有していたのか。以上の分析には、主として「フランクフルト市都市史研究所」所蔵の一次史料を活用する。

1 直流システムと交流システムの対比

直流システムと交流システムの最大の違いは、前述したように、1つの発電所が電力を供給できる給電範囲の広さである。初期の発電所で採用された直流システムは、変圧が不可能なために給電範囲がごく小さく限定され、市域の広い大都市全域に電力を供給するには、複数の発電所を建設する必要があった。例えばベルリンでは直流システムが採用されたために、発電所が建設された1886年当時の市域全体に電力を供給するには、100の発電所をもってしても不十分であった。⁽⁸⁾これに対して、1880年代末に登場した交流システムは、変圧が容易なために経済的な広域高圧送電を実施することが可能で、市域の広い大都市でも、単一の発電所によって市全域に電力を供給することができたのである。

では、この両システムの特性の差は、都市の電力事業のあり方に一体どのような帰結をもたらしたのであろうか。この点に関して、前記ショットの研究から、特に直流と交流の対比が鮮明に表れるダルムシュタットとマンハイムの事例を簡単に敷衍したい。

ダルムシュタットでは、直流システム全盛期の1885年11月に電力事業の導入が検討され始

注 (7) Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 7.

(8) R. v. Miller, 'Ein Halbjahrhundert deutscher Stromversorgung aus öffentlichen Elektrizitätswerken', *Technikgeschichte*, Bd. 25 (1933), S. 114.

め、早くも 1887 年 6 月に市議会で発電所の建設が議決された。僅か 1 年半という短期間に電力事業に関わるすべての審議・検討が完了したのは、電力事業の経営的側面にほとんど考慮が払われなかったためである。それは、同市における電力事業が宮廷都市としての豪華さを飾り立てる演出装置として期待されたためであり、事実、電力事業導入のきっかけとなったのは、市を代表する文化施設である劇場の照明問題であった。ダルムシュタットにおける電力事業では、将来的な事業拡張の展望よりも、宮廷都市としての文化的先進性が求められたために、給電範囲の狭さは特に大きく問題視されず、その当時主流であった直流システムが採用されたのである。⁽⁹⁾

だが、直流を採用したために、ダルムシュタットにおける電力事業のその後の業績は伸び悩むこととなる。ダルムシュタットの電力ネットワークは、ようやく 20 世紀初頭に電力システムが交流に切り替えられ、給電範囲が拡大したものの、それまで市中央発電所の給電範囲の圏外に位置していた郊外の工業用地では、既に各工場の自家発電が普及していたために、市中央発電所を起点とする電力ネットワークに接続する企業数が少なく、市の電力事業の経営は好転せず、直流時代の小規模なネットワークが維持されたのである。⁽¹⁰⁾このようにダルムシュタットでは、経済的展望よりも政治文化的要請が重視されたために、ショットはこれを都市の「示威的近代性」(Demonstrative Modernität)⁽¹¹⁾のための電化、ないし都市の「威信高揚を目的とする投資としての電化」(Elektrifizierung als Prestige-Investitionen)⁽¹²⁾と規定している。

これに対して、マンハイムで電力事業の具体的な計画策定が開始された 1893 年には、すでに電力事業の趨勢は交流システムに移っていた。このためマンハイムでは、計画当初より交流システムの利用を視野に入れることができ、最終的には交流システムの中でも特に長距離送電と大型電動機の駆動に適した最新の三相交流システムが採用されることとなった。⁽¹³⁾さらにマンハイムの電力事業は、ライン河畔での大規模工業用地の建設と時期的に重なったために、市の工業化計画の重要な要素として位置づけられた。⁽¹⁴⁾

かくして、1899 年に完成したマンハイムの電力ネットワークは、工業用電力、照明用電力、さらには市街鉄道用電力をバランス良く供給し、負荷率の安定した合理的経営を実現させることができた。⁽¹⁵⁾ショットは、市の長期的な工業化計画と密接に結びついたマンハイムの電力ネットワ

注 (9) Böhme u. Schott, 'Elektrifizierung zwischen "Demonstrativer Modernität" und strategischer Industriepolitik', S. 187ff.; Schott, 'Stadtentwicklung-Energieversorgung-Nahverkehr', S. 172f.; Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 175-195.

(10) Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 220-247.

(11) Böhme u. Schott, 'Elektrifizierung zwischen "Demonstrativer Modernität" und strategischer Industriepolitik', S. 190.

(12) Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 168.

(13) 三相交流とは、電圧及び電流が 3 分の 1 周期ずつずれて対称な形をなす正弦波交流で、そのために電力を脈動なく伝達することができ、また回転磁界形成が容易なために電動機の駆動に適していることを特徴とする。

(14) Böhme u. Schott, 'Elektrifizierung zwischen "Demonstrativer Modernität" und strategischer Industriepolitik', S. 193-201; Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 352-396.

(15) Böhme u. Schott, 'Elektrifizierung zwischen "Demonstrativer Modernität" und strategischer Industriepolitik', S. 209ff.; Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 412-423.

ーク形成を、「大工業都市への計画的機能転換に寄与した電化」(Elektrifizierung im Dienst eines planvollen Funktionswandels zur industriellen Großstadt)⁽¹⁶⁾と定義している。

以上のように直流から交流への電力システムの移行は、都市全域への給電を可能にすることにより経営の選択肢の幅を広め、電力事業のあり方を画期的に変化させただけでなく、その後の都市計画にも大きな影響を及ぼしたのである。

だが、前述したように、このシステムの転換は決して順調に推移したのではなく、システム論争を経て初めて実現されたのである。たしかに交流は送配電の局面において直流に対して優位に立っていたものの、初期の電機製品が直流規格で製造されていたために、交流の用途はきわめて限定的で、とりわけ電動機部門における需要の不在が交流システム普及の隘路となっていた。⁽¹⁷⁾その上、エジソンやジーメンス・ハルスケをはじめとする直流システムに多額の先行投資を行っていた企業は、その投下資本の回収を確実なものとするために、ウェスチングハウスやガントツなど交流システム企業の電力市場参入に対抗して、直流の優位を示すべく積極的に論陣を張った。⁽¹⁸⁾

論争は専門家だけでなく、電力事業の導入を検討していた諸都市で市民の多大な関心も集めた。なかでも、直流システムによる給電範囲の限界が電力エネルギーの享受者を一部の上層市民層に限定してしまう可能性が注目され、それまでの電力事業は社会的不公平を惹起させるという批判が強まった。⁽¹⁹⁾したがって、都市全域に給電を可能ならしめることが電力事業の経営上並びに社会政策上の課題と考えられていたのである。こうして単なる技術的問題の枠内にとどまらず社会経済的問題へと拡大したシステム論争は、1887～92年にそのピークをむかえ、以下でとりあげるフランクフルトでの電力事業導入をめぐる議論とほぼ時期的に重なることとなる。

2 フランクフルトにおける電力事業導入の準備局面

(1) 電力事業導入の是非

フランクフルト市参事会が電力事業導入の問題を初めて取り上げたのは1886年のことである。⁽²⁰⁾当時、電気技術や電力利用の可能性がまだ暗中模索の状態にあり、そもそも電力事業が既存の水道事業やガス事業のような普遍的公益事業として成立し得るのか、ということ自体がまず解決されるべき問題であった。市はこの問題を検討するために、翌87年1月に「電気照明導入問題協議混成委員会」(Die gemischte Commission zur Vorberathung der Einführung der elektrischen Beleuchtung, 以下「電気委員会」)を設立した。同委員会は市参事会側と市議会側から各々3名ずつ派遣された計6名の委員で構成され、その名称から明らかなように、当初電力事業の主眼

注 (16) Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 336.

(17) Miller, 'Ein Halbjahrhundert deutscher Stromversorgung', S. 118.

(18) T・P・ヒューズ(市場泰男訳)『電力の歴史』平凡社、1996年、158～161頁。

(19) W. Fischer, 'Die Elektrizitätswirtschaft in Gesellschaft und Politik', ders. (Hg.), *Die Geschichte der Stromversorgung*, Frankfurt am Main, 1992, S. 23ff.

(20) Verband deutscher Elektrotechniker in Frankfurt a. M., *Die Elektrotechnik in Frankfurt am Main. Festschrift zur 6. Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker in Frankfurt a. M. 2. - 5. Juni 1898*, Frankfurt am Main, 1898, S. 35.

は、もっぱら照明への利用に置かれていた。⁽²¹⁾

電力事業問題の検討に着手した電気委員会は、1887年10月26日に第1回目の報告を行う。その中で委員会は、まず、近年ドイツ国内外で中央発電所を建設する都市が増加しつつある状況と電気照明の将来的有用性を指摘し、フランクフルトも電力事業導入に「遅れをとることはできない」と述べた。また、フランクフルト市内でも民間のブロックステーション (Block Station)⁽²²⁾ が叢生しつつある現状に対して憂慮の念を示した。委員会によれば、これらブロックステーションの増大は、電力事業の地域独占的特性のために、中央発電所建設そのものを困難とし、その結果、市内の電力供給に不公平が生じる恐れがあるからである。このような背景から、基本的には「遠くない将来、フランクフルトに中央発電所を建設することが望ましく」、また「発電所の建設・経営は市行政にとって、まったく相応しい事業」であるとする基本的方針を示した。だが、事業の早期着手に対しては否定的であった。その理由として、電気技術の急速な進歩によって施設がすぐに旧式化する懸念があること、また中央発電所を核とする都市電力ネットワークのあり方自体、まだ最終的に確立されたものでないことがあげられている。⁽²⁴⁾

このように、電気委員会は電力事業の導入とその公営化に対しては基本的に肯定的であったものの、未成熟段階にあった電気技術の実情をふまえて、発電所の即時建設には慎重な姿勢をみせていたのである。

電気委員会の態度は翌年さらに後退する。電気委員会の第1回目報告の後に、ドイツ、イギリス、オランダの3ヵ国から7企業が市に対して発電所建設の試案を提示した。これらを比較検討した電気委員会は、1888年5月9日付の報告書で、「目下のところ、市の負担によってこのような施設を建設し、市がその経営にあたるのは望ましくない」と述べ、発電所の建設・経営を民間企業に委ねることを提起したのである。その論拠として、直流と交流の選択⁽²⁵⁾を市の責任によって行うこと⁽²⁵⁾のリスク、電気技術の進歩の速さ、既存の民間ガス企業との競争、そして電力需要に対

注 (21) Mittheilungen aus den Protokollen der Stadtverordneten-Versammlung der Stadt Frankfurt am Main (以下、Mitt. Prot. StVV. Ffm.), §. 53 vom 11. 1. 1887, S. 18; §. 92 vom 1. 2. 1887, S. 40. 都市自治体の活動領域が拡大しつつあった当時のドイツ諸都市では、自治体行政の専門化・細分化が必然的に生じた。このような事態に対応するために、市参事会構成員と市議会議員によって構成され、また場合によっては専門的知識を有する市民をも成員に含む各種行政委員会が業務部門ごとに設置され、行政の遂行にあたった。「電気委員会」も、フランクフルトで設立された多くの行政委員会の一つである。この点については、W. Krabbe, *Die Deutsche Stadt im 19. und 20. Jahrhundert*, Göttingen, 1989, S. 121 を参照。フランクフルトの行政委員会の事例については、森宜人「ドイツ近代都市における自治体給付行政とその諸問題—フランクフルト・アム・マインにおけるオストエンド・プロジェクトを事例に—」『一橋論叢』第129巻第2号(2003年2月)を参照。

(22) 各都市では、大規模な中央発電所が建設される以前から商業施設を中心に電灯による照明が実施されていたが、それは各々の店舗や建物単位の自家発電によるものであった。そしてこの自家発電による余剰電力が近隣住民や店舗に販売され、ブロックステーションと呼ばれるごく小規模な照明用電力網が形成された。

(23) この時点で既に16のブロックステーションが経営を開始しており、1895年の発電所の経営開始までにさらに51増加する。Verband deutscher Elektrotechniker in Frankfurt a. M., *Die Elektrotechnik in Frankfurt am Main*, S. 245-251.

(24) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 817 vom 8. 11. 1887, S. 375-377.

する危惧があげられた。だが、これによって電力事業を完全に民間企業に委ねようとしたわけではなく、発電所の建設・経営認可の絶対的な前提として、一定の認可期間を経た後に市が発電所を優先的に買戻し得るための条件（Rückkaufs-Bedingungen）が求められており、将来電力事業を市公営事業に組み入れようとする意図は放棄されていなかった⁽²⁶⁾のである。

他方、市議会においても、市内照明には既存のガス灯で十分であり、「電気による照明は贅沢である⁽²⁷⁾」とする反対意見があり、フランクフルトでは電力事業導入の是非そのものが問われていたといえよう。

しかし、翌 1889 年に情勢は一変する。引き続き電力事業についての調査・検討につとめていた電気委員会が、1889 年 1 月 4 日付の報告の中で、一転して「市が自己負担によって発電所の建設・経営を行うのが得策」とする見解を示したのである。委員会の方針転換には、他都市の電力事業の実績、なかでもエルバーフェルトにおける電力事業の良好な経営状況が大きく影響した。委員会の報告によれば、1888 年に運転を開始したエルバーフェルト市発電所の給電範囲は市中心部の商業地区に限定され、より大きな需要の見込まれる工業地帯には及んでいなかったにもかかわらず、高い収益率をあげていた。このため委員会は、エルバーフェルトより都市規模も人口規模もはるかに大きいフランクフルトでは、電力に対する大きな潜在需要が存在し、確実な収益性が見込まれると判断したのである⁽²⁸⁾。

この報告に関してもう一つ着目すべきは、市街鉄道の電化と手工業者用の小型電動機が電力需要の構成要素として初めて注目された点である。1880 年代の電力事業では、需要がほぼ照明用電力に限定されていたので、照明が不要な昼間の負荷率の低さによる収益率の低迷が経営上の難点となっていた⁽²⁹⁾。このため、昼間の負荷率を増大させる動力用電力の需要は収益率を引き上げる解決策として期待されたのである。

動力への電力の利用は、電力事業の経営問題としてだけでなく、都市計画や社会政策とも緊密に結びついていた。フランクフルトのように人口が急増しつつあった大都市では、市街鉄道は都市の計画的な拡張を可能とする交通手段として、ますますその意義を高めつつあった⁽³⁰⁾。このため電気委員会は市街鉄道の電化を「市にとってきわめて価値のあること」と認識し、また小型電動機は工業化の波におされつつあった手工業者層の救済手段として重視され、それぞれ電力事業の

注・(25) 初期の電気照明にとって、ガス灯は最大の競争相手であった。特に 1891 年にアウエル灯が発明されたことにより、ガス灯の経済的効率性が飛躍的に改善され、電灯に対する競争力がより一層高められた。電灯とガス灯の競争については、H.-J. Braun, 'Gas oder Elektrizität? Zur Konkurrenz zweier Beleuchtungssysteme. 1880-1914', *Technikgeschichte*, Bd. 47 (1980) を参照。

(26) Bericht der gemischten Kommission zur Vorbereitung der Einführung einer elektrischen Beleuchtung vom 9. 5. 1888, Institut für Stadtgeschichte Frankfurt am Main, Magistrats Akten (以下, Mag. Akt.) T. 1999/I.

(27) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 817 vom 8. 11. 1887, S. 377.

(28) Bericht der gemischten Kommission zur Vorbereitung der Einführung einer elektrischen Beleuchtung vom 4. 1. 1889, Mag. Akt. T. 1999/I.

(29) Miller, 'Ein Halbjahrhundert deutscher Stromversorgung', S. 116ff.

(30) 馬場「都市化と交通」, 194～197 頁。

経営問題にとどまらず、都市計画や社会政策の重要な手段と考えられることとなった。⁽³¹⁾これにより、フランクフルトにおける電力事業は照明だけでなく動力への利用も視野に入れた多角的経営として、都市計画の基盤に位置づけられるようになったのである。

以上の電気委員会の報告をうけた市参事会は、市の財政負担による中央発電所の建設および経営を1889年1月8日の市議会に提議した。その審議の席上、電気委員会委員長を務めていた上級市長J・ミクエル（Johannes Miquel）は、電力事業は「リスクを負わずに市の直営事業として実施し得る」ので、市街鉄道の公営化および電化の問題と手工業者層への電動機導入の問題とを考慮に入れると、「市自治体が事業のすべてを掌握することが何よりも得策である」と述べ、市議会が委員会の見解を理解し、市参事会の提議を承認することを求めたのである。⁽³²⁾市参事会の提議は同年1月29日の市議会において議決された。⁽³³⁾これにより電力事業を公営事業として実施するという基本方針が確立され、議論の焦点は、直流か交流かという利用システムの選定を含めた具体的な計画策定へと移っていく。

（２）システムの選択

市参事会は、市の電力問題の技術顧問をつとめていたダルムシュタット工科大学教授E・キッター（Erasmus Kittler）⁽³⁴⁾と、フランクフルト市建設局長のW・H・リンドレイ（William Heerlein Lindley）に計画の具体化を委ねた。

リンドレイはさっそく1889年2月13日に市中央発電所建設に関する『入札基準要綱』（Bedingnisheft）を作成した。『入札基準要綱』では、電力事業の第一義的な目的は市内への電気照明の導入にあり、給電範囲は市中心部に限定され、約40,000個の電灯（約2,000kWに相当）に給電できる出力をもつ発電所の建設と送配電網の敷設が要求されていた。利用システムについては直流と交流のどちらのシステムによる入札も認められていた。また経営面に関しては、発電所の経営開始から起算して2年間の経営実施義務を施工企業に課するとともに、市が解約権を有することを絶対的な条件としていた。⁽³⁵⁾これにより、市は経営開始当初のリスクを回避した上で、公営化のための保証を確保することを企図していたのである。

また、これに先立つ1888年4月、イタリア滞在中に市の技術顧問への就任を要請されたキッターは、この当時としては珍しくガンス製の交流発電機を備えていたローマ市の発電所の視察を委託された。この視察報告は翌89年1月にフランクフルトに届けられたが、それによれば、ローマ市の交流発電機は若干の技術的問題を抱えているものの、経営状況は良好であるとされ

注（31） Bericht der gemischten Kommission zur Vorbereitung der Einführung einer elektrischen Beleuchtung vom 4. 1. 1889, Mag. Akt. T. 1999/I.

（32） Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 42 vom 8. 1. 1889, S. 21.

（33） Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 29 vom 29. 1. 1889, S. 61.

（34） ダルムシュタット工科大学にドイツで初めての電気工学講座を設立したドイツ電気工学界の先駆者。フランクフルト以外の多くの都市でも技術顧問として電力ネットワークの形成に従事した。

（35） Elektrische Beleuchtung zu Frankfurt am Main. Bedingnisheft für die Lieferung, Ausführung und betriebsfähige Herstellung der maschinellen und elektrischen Einrichtungen im Electricitäts-Werk sowie des Leitungsnetzes, Mag. Akt. T. 1999/I.

（36） Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 652 vom 6. 9. 1892, S. 293.

⁽³⁶⁾た。入札以前に交流システムにとってプラスとなる判断材料が提示されたのである。

その後『入札基準要綱』に沿って実施された入札では、ジーマンス・ハルスケとシュッケルトが直流システムにより入札し、またガンツとヘリオスが交流システムによる共同入札を行った。これら入札プランを比較検討した両技術顧問は、1889年5月12日にその結果を報告した。

報告では、単一の発電所によって市全域に電力を供給することが可能な点と、発電所を市郊外に建設することにより得られる利点（土地取得費用を低く抑えられる点や騒音や煙害による住民への負担が小さい点）が交流システムの長所として強調され、「交流システムの利用がもっとも合目的である」と結論づけられている。しかし、交流の利用によって当初から市全域への給電が可能となるものの、収益性を確実なものとするため、初期の給電範囲を旧市街地、中央駅周辺、そしてヴェストエンドなどのもっとも大きい需要が期待される市中心部に限定し、その後の電力ネットワークの拡張は、潜在的な電力需要の動向を見極めながら段階的に実施することとされた。⁽³⁷⁾

この報告を受けた電気委員会は交流システム支持へと傾き、市参事会に同システムの利用を提言することとなる。システム論争が先鋭化していたこの時期に、技術顧問と委員会が交流を選択するに至ったのは、同システムの上記諸利点の有用性もさることながら、論争の中で直流システム支持者が指摘するような交流システムの短所が克服可能ということが、技術顧問の調査によって明らかにされたためである。

電気委員会が列举した交流システムの短所は10項目に及ぶが、特に重視していたのは高压交流の人体への危険性、変圧器における電力損失、そして交流規格電動機の開発の立ち遅れの3点であった。まず、高压交流システムの人体への危険性は、配電に低圧の二次配電網を利用し、配電網を地下に敷設することにより回避できることが確認された。次に、変圧器における電力損失も5～10%の低い数値で、深刻な問題にはならないとされた。最後に、電動機部門で交流が直流に比べて立ち遅れているという状況については、ブタベストでキットラーとガンツが協同実施した交流用電動機の開発実験により、直流電動機と比較してもほとんど遜色のない交流電動機の実用化が可能であることが判明した。システム論争において、電動機開発の遅れが交流システム普及の隘路の一つであっただけに、この実験の成功は、高压交流システムの危険性の回避と並んで、委員会の交流支持にとって「決定的」意義をもったのである。⁽³⁸⁾

以上の背景から1889年6月25日に市参事会は、交流システムの利用と、ガンツへの発電所の建設・経営の委託とを市議会に提議する。審議では、電気委員会を代表して上級市長J・ミクエルが交流システムの利点を説き、システム選択に関する「これ以上の審議は市の利益に反する」として、提議の即時議決を求めたのである。だが、市議会は決断を下さず、電気委員会の増員とさらなる検討・調査を求め、問題を先送りにした。⁽³⁹⁾

注 (37) Bericht des Stadtbauraths W. H. Lindley und E. Kittler vom 12. 5. 1889, Mag. Akt. T. 1999/I.

(38) Bericht der gemischten Commission wegen Einführung einer electrischen Beleuchtung in hiesiger Stadt vom 8. 6. 1889, Mag. Akt. T. 1999/I.

(39) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 565 vom 25. 6. 1889, S. 248-264.

これを受け、新たに5名に増員された技術顧問団の指導の下で、1889年10月にフランクフルト市内で直流と交流両システムの比較実験が行われた。この実験によって、交流システムに対する懸念が改めて払拭され、先のリンドレイとキットラーの報告内容が裏づけられる結果となったが、システムの選択に関して技術顧問団は最終的な結論を提示しなかった。⁽⁴⁰⁾その背景には、既にこの時点でフランクフルト国際電気技術博覧会の開催が決定されており、システム論争の決断は同博覧会の成果をまつべきだとする見解が、市議会を初めとして市民の間で支配的となっていた事情がある。

このように、計画策定の初期段階から技術顧問や電気委員会の専門家の間では、交流システムが強く支持されていたが、専門知識を持たない市議会議員の大多数は、依然として最終的決断を下すことが出来ず、交流システムの優位を鮮明に際立たせるような具体的アピールが必要だったのである。

3 フランクフルト国際電気技術博覧会

1891年5月16日～10月19日に開催されたフランクフルト国際電気技術博覧会は、同市の有力名望家市民の一人L・ゾンネマン（Leopold Sonneman）によって企画された。ゾンネマンは博覧会構想を1889年11月にフランクフルト電気技術協会（Frankfurter Elektrotechnische Gesellschaft）の会員総会場で初めて公表した。システム論争に終止符を打ち、市の電力ネットワーク構築を早期に実現させるために、国際博覧会を開催するというこの企画は、市民の間で⁽⁴¹⁾ただちに広い支持を集めた。

この間、市参事会及び市議会における電力事業をめぐる議論は中断されていたが、市議会はこの博覧会が、「フランクフルトにとって格別の利益をもたらす」事業であるとして、この種の企画に対しては前例のないものの、約50万マルクの助成金を支出することを議決した。⁽⁴²⁾その上、プロイセン政府が博覧会用の敷地として、マイン・ネッカー鉄道駅跡地を無償で提供しており、フランクフルト市のみならず、プロイセン政府も博覧会の成果に大きな期待をかけていたことがうかがわれよう。また、ドイツ以外の各国でも博覧会はシステム論争の有効な打開策として耳目を集め、フランクフルトにおける電力事業導入の問題は、一都市の枠を越えた国際的広がりもつ問題へと転換されることとなった。

フランクフルト以前に、ミュンヘンやウィーンで開催された電気技術博覧会では、照明設備が主たる展示内容であったのに対して、フランクフルトでは電力の送配電や動力への利用に主眼が置かれた。このため、455（その内80は外国系）の出展者が展示した製品の中では、発電機、変

注 (40) Bericht der Sachverständigen-Commission vom 10. 11. 1889, Mag. Akt. T. 1999/I.

(41) J. Steen, "Eine neue Zeit..!" Die Internationale Elektrotechnische Ausstellung 1891, Frankfurt am Main, 1991., S. 23f.

(42) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 232 vom 17. 3. 1891, S. 109-111.

(43) Handelskammer zu Frankfurt a. M. (Hg.), Geschichte der Handelskammer zu Frankfurt a. M., Frankfurt am Main, 1908, S. 836f. 展示品の詳細については、Steen, "Eine neue Zeit..!" の第3部（S. 393-672）を参照。

圧器、送配電施設、そして電動機関連のものが充実していた。⁽⁴³⁾ 延べ1,174,732人にのぼる博覧会入場者は、これら最新の電気施設・設備を目のあたりにし、「この非常に力強い自然力〔電気〕」⁽⁴⁴⁾が、あらゆる人々の「生活のあり方（Zustände）や生活に関わる諸施設（Einrichtungen）に大きな影響を与えるであろう」⁽⁴⁵⁾ことを確認したのである。

博覧会のプログラムの中で最も注目を集めたのは、やはり三相交流システムによる長距離高圧送電の実験であった。この実験を企画したのは、早くから長距離送電の可能性に注目していたO・v・ミラー（Oskar von Miller）で、彼はその「専門的知識と組織能力」、そして「電機企業に対する絶対的な非党派性と独立性」⁽⁴⁶⁾のゆえに、博覧会の技術部門の監督を任された。実験ではフランクフルトから175km離れたネッカー河畔ラウッフェンに位置するセメント工場の水力タービンに三相交流発電機が接続され、そこからフランクフルトの博覧会場まで送電線が敷設された。実験施設はAEGとエルリコンによって、提供され、前者はフランクフルトの博覧会場に変圧器及び配電設備を、後者はラウッフェンに発電設備をそれぞれ設置した。1891年8月24日から実験は開始され、15,000Vの高圧三相交流によって、68.5～74.5%の送電効率が得られた。事前の推計では送電効率は50%前後と想定されていただけに、この実験の成果は、人々に交流システムの優位性を印象づけたのである。⁽⁴⁷⁾

実験の成功は、効率的な長距離送電を不可欠な基盤とする現在の広域発電事業の端緒をなしたのであり、まさに「電力輸送に一新紀元を劃する」⁽⁴⁸⁾意義を持ったといっても過言ではない。この他に、その後の電力事業の展開において、この実験は主として以下の3点に寄与したといわれる。(1) 電力消費地から離れた水源を利用する水力発電が可能となった。(2) 含有カロリー量に比して輸送コストが割高な褐炭を、その採掘地において火力発電に利用することができるようになった。(3) 三相交流の利用により、工業用の大型電動機が実用可能となった。⁽⁴⁹⁾

ところで博覧会は、展示や実験の場としてだけでなく、広範な情報交換の場としても機能した。会期中にフランクフルトでは、電力事業や電気技術に関する様々な会議や講演会が開かれ、ドイツ内外から各種の視察団が多数来訪したのである。なかでも8月27～29日に開催された「ドイツ都市会議」（Deutsche Städtekonferenz）と9月7～12日に開かれた「国際電気技術者会議」（Internationale Elektrotechnikerkongress）の規模が大きく、前者には150のドイツ各都市から325名の代表者が、後者には12カ国から800名が出席した。出席者の多くは8月24日から開始された三相交流による長距離送電の実験をつぶさに観察し、特に都市会議出席者は都市におけ

注 (44) Handelskammer zu Frankfurt a. M. (Hg.), *Geschichte der Handelskammer*, S. 837.

(45) Kleine Presse vom 17. 5. 1891, 2. Blatt, S. 1.

(46) Elektrizität. Offizielle Zeitung der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung Frankfurt am Main 1891, S. 4.

(47) この長距離送電実験の様相については、数多くの文献で言及されている。ここではさしあたり以下を参照。Offizielle Zeitung, S. 29-32, 597-604; Steen, *„Eine neue Zeit..!“*, S. 35ff; ヒューズ『電力の歴史』, 187～194頁。

(48) 日本工学会『明治工業史 電気篇』1928年, 321頁。

(49) R. Haas, 'Auswirkung der Lauffener Kraftübertragung auf die Elektrizitätswirtschaft', *Elektrotechnische Zeitschrift*, Heft 25 (1931), S. 788ff.

る電力事業の実用性を確信するに至ったのである。システム論争の影響で、博覧会以前のドイツにおける電力事業普及の歩みは緩慢であったが、博覧会以後、電力事業の導入を決定する都市が急増する。各都市の決定にはフランクフルトでの経験が決定的な契機となったのである。⁽⁵⁰⁾

このように、長期的観点からみて、博覧会での三相交流システムによる長距離送電の実験は、現代の広域発電事業や工業への電力利用の可能性を開いた。他方、短期的にみれば、直流システムに対する交流システムの圧倒的優位を示すことによって、システム論争に終止符を打ち、また、それまでシステム論争によって抑制されていた都市電力事業への投資意欲をかきたて、ドイツにおける都市の電化を加速化させたといえる。

4 フランクフルト電力ネットワークの完成

(1) 発電所建設計画の策定

博覧会開催中に沈静化していた発電所建設の問題は、博覧会閉幕後の 1891 年末に再燃化し、O・v・ミラーとリンドレイが技術顧問に指名された。キットラーに代わってミラーが新たに技術顧問に指名された理由について、直接言及している史料は存在しないが、博覧会における彼の実績が高く評価されたものと推察できる。両技術顧問は同年末に、市から発電所建設計画の策定を委託され、翌 92 年 6 月に発電所建設プロジェクトの原案を完成させた。その原案によれば、まず工期が第 1 期と第 2 期に分けられ、それぞれの工期は電灯 38,000 個と電灯 29,000 個分（合計で約 3,500kW）の需要を満たす規模に設定された。利用システムについては、送配電のすべてを単相交流によって一元化し、配電の際には変圧所で降圧した上で、低圧二次配電網を利用する単相交流システムが計画された。⁽⁵¹⁾

ここでただちに疑問となるのは、前年の博覧会で直流システムに対する交流システムの優位を世界中に印象づけた三相交流システムがなぜ利用されなかったのか、という問題である。この点に関して技術顧問の報告では、三相交流システムの利用は、単相交流システムと比較して、電力ネットワークのあり方を複雑化する上に、電線網などの設備コストがかさむ点⁽⁵²⁾が、同システム利用を断念させた理由として言及されているだけである。この点で示唆的なのは、ちょうどこの時期に同じく電力事業の導入を検討していたマンハイム、マインツ両市の電気委員会の報告書である。それによれば、三相交流システムはフランクフルト国際電気技術博覧会で華々しい成果を示したものの、市の電力事業としての恒久的な利用に対しては、まだその信頼性が確保されていないために、三相交流システムの即時利用は推奨できない、とされている。⁽⁵³⁾

したがって、確かにフランクフルト国際電気技術博覧会における三相交流システムによる長距離送電の実験の成功は、交流システムへの移行を決定づけ、長期的視点からみれば現代の広域発

注 (50) Steen, "Eine neue Zeit..!", S. 43ff.

(51) Gutachten und Projekte von O. v. Miller u. W. H. Lindley vom Juni 1892, S. 3-15., Mag. Akt. T. 2024/IV.

(52) Gutachten und Projekte von O. v. Miller u. W. H. Lindley vom Juni 1892, S. 3f., Mag. Akt. T. 2024/IV.

(53) Schott, *Die Vernetzung der Stadt*, S. 344, 571.

電網の端緒をなしたが、実験直後の1892年の時点では、多分に実験的色彩の強い最新技術で、本格的な実用化には、まだ若干の時間が必要であったといえよう。

(2) 発電所建設及び経営委託企業の決定

さて、この技術顧問の策定した原案は、「市プロジェクト」(Städtisches Projekt)と名づけられ、その計画に沿って入札が実施されることとなったが、「市プロジェクト」以外のプランによる入札も、「代替オファー」(Alternativ-Offerte)として認められた。⁽⁵⁴⁾ 入札開始後、利用システムの選択をめぐる議論が再び紛糾し、入札は1892年9月と1893年4月の2回にわたって実施された。そして、ジーメンス・ハルスケやAEGなど、豊富な業績を有するドイツ企業も、入札に参加していたにもかかわらず、結果的に市は1891年に創設されたばかりのスイスの新興企業ブラウン・ボヴェリイに、中央発電所の建設を委託することとなる。ここではその経緯を、市の最終的決断が下されることとなった第2回目の入札に焦点をあて、技術顧問及び電気委員会の報告に沿って見ていきたい。

入札では「市プロジェクト」、「代替オファー」ともに、発電所の建設工事をボイラー、発電機、電線網などの個別部門に分けた上で、各部門ごとに入札を行う分割請負制ではなく、受注企業に建設全体を一括して委託する総合請負制が採られた。また、電力事業の検討が再開された直後には、事業の収益率に対する楽観的展望が支配的で、市の純益を最大化するために、経営開始直後から事業を市の直営とすることが求められていたが、⁽⁵⁵⁾ その後、未経験の新規事業に対しては、自治体よりも民間企業の方が弾力的に取り組める、という見解が強くなった。⁽⁵⁶⁾ このため、発電所の完成後その経営を建設請負企業に当初数年間委託することとなり、その間の経営プランも検討の対象となった。「市プロジェクト」に沿って入札したのは、ヘリオス、AEGとヘリオスの共同経営、そしてブラウン・ボヴェリイの3オファーであった。「代替オファー」での入札には、ヘリオスとガンツの共同経営、シュッケルト、ジーメンス・ハルスケとラーマイヤーの共同経営が参加した。入札内容を整理すると以下のようになる。

1) 市プロジェクト：発送配電＝単相交流、配電に低圧二次配電網利用

(S/1) ヘリオス

(S/2) ヘリオス＝AEG

(S/3) ブラウン・ボヴェリイ

2) 代替オファー

(A/1) ヘリオス＝ガンツ：発送配電＝単相交流、二次配電網無

(A/2) シュッケルト：発送電＝単相交流、配電＝単相交流/直流

(A/3) ジーメンス・ハルスケ＝ラーマイヤー：発送電＝三相交流、配電＝三相交流/直流

初めに各入札プランの利用システムを比較してみたい。「市プロジェクト」と(A/1)ヘリオ

注 (54) Bericht von W. H. Lindley und Oskar von Miller vom Januar 1893 über die eingelaufenen Anerbieten für die Ausführung des Elektrizitätswerkes, S. 5.

(55) Bericht des Stadtbauraths Lindley vom 15. 4. 1893, S. 15f., Mag. Akt. T. 1999/III.

(56) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 591 vom 10. 10. 1893, S. 290.

ス＝ガンツの共同プランが発送配電すべてを単相交流に一元化しているのに対して、(A/2) シュッケルトのプランと (A/3) ジーメンス・ハルスケとラーマイヤーの共同プランは、発送システムで相違があるものの、両社とも配電で交流と直流が混在するシステムとなっている。この両社が選択した混在システムは、発送電に交流が利用されるものの、直流により配電されるため、従来の直流規格の電機製品が使用され得る可能性を残すものであった。だが、すでに交流規格電動機が普及しはじめたこの時点では、配電を交流で統一しても昼間の負荷率が低下する懸念は少なく、直流と交流両システムの併用は不要であるばかりか、むしろ電力ネットワークの複雑化を招くだけであるとして、技術顧問と電気委員会はこの (A/2) と (A/3) の両プランを選択肢から外した。⁽⁵⁷⁾ 特に (A/3) のジーメンス・ハルスケに関しては、発電所の経営開始後の電力料金が同社の恣意によって設定される可能性があったことも、除外の有力な根拠となった。⁽⁵⁸⁾

残る「市プロジェクト」と (A/1) ヘリオス＝ガンツの共同代替オファーの相違点は、二次配電網の有無である。市プロジェクトでは二次配電網を利用するために、大型の変圧器を備えた変電所で一括して降圧することとされたのに対して、(A/1) は二次配電網を利用しないために、各負荷に小型の変圧器を設置する予定であった。この両プランを比較する時に決め手となるのは、「市プロジェクト」で使用される大型変圧器及び二次配電網における電力損失と、(A/1) で利用される各負荷の小型変圧器とにおける電力損失の差であるが、調査・実験の結果、その点は「市プロジェクト」の方が有利であると結論づけられた。⁽⁵⁹⁾ これにより、「市プロジェクト」の発送配電を単相交流で一元化し、配電に低圧二次配電網を利用するシステムが採用され、委託企業は経営プランの比較によって決定されることとなった。

表 1 にみられるように、経営プランを比較してまず目を引くのが、(S/2) ヘリオスと AEG の共同経営プランでは、市の賃貸契約解約権が 10 年後に設定されていた点で、これは長期間に及ぶ民間企業への従属を敬遠したいと考えていた市側にとって受け入れられるものではなかった。⁽⁶⁰⁾ 残る (S/3) ブラウン・ボヴェリィと (S/1) ヘリオスの経営プランを比較すると、建設費に関してはブラウン・ボヴェリィが優位に立っているが、電力料金に関してはヘリオスが有利な条件を提示しており、経営プランの比較では必ずしもどちらが市にとって有利ということはできなかった。⁽⁶¹⁾

結局、市がブラウン・ボヴェリィに発電所の建設と経営を委託するに至った最大の決め手は、同社がフランクフルト市内にドイツで初めての支社を開設する予定だったことである。入札企業の選定に際して、経営開始後の電力ネットワークの保守・管理をはじめとする電力事業全体への保証も重要な項目であったために、その点で同社のフランクフルトへの進出は市の要望を満たす

注 (57) Bericht des Stadtbauraths Lindley vom 15. 4. 1893, S. 12., Mag. Akt. T. 1999/III; Mitt. Prot. StVv. Ffm., §. 591 vom 10. 10. 1893, S. 285.

(58) Bericht des Stadtbauraths Lindley vom 15. 4. 1893, S. 12. Mag. Akt. T. 1999/III.

(59) Bericht von W. H. Lindley und Oskar von Miller vom Januar 1893 über die eingelaufenen Anerbieten für die Ausführung des Elektrizitätswerkes., S. 28f.

(60) Bericht des Stadtbauraths Lindley vom 15. 4. 1893, S. 11., Mag. Akt. T. 1999/III.

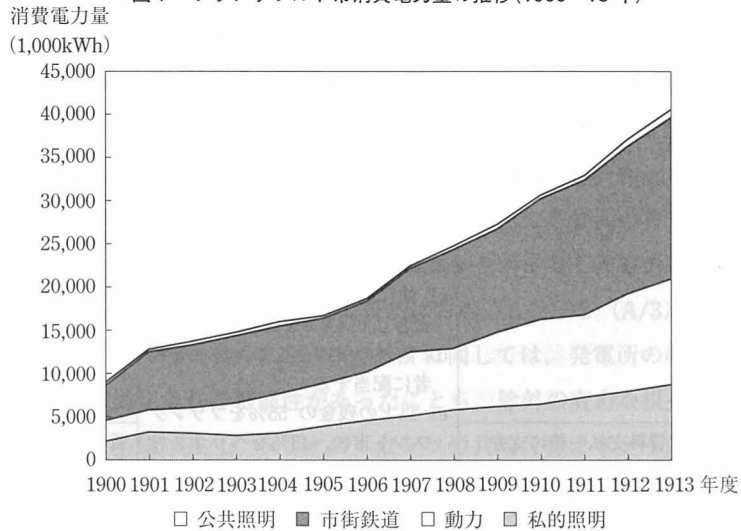
(61) Bericht des Stadtbauraths Lindley vom 15. 4. 1893, S. 13f., Mag. Akt. T. 1999/III.

表1 第2回入札における経営プランの比較 (1893年4月)

項 目	(S/1) ヘリオス	(S/2) ヘリオス=AEG	(S/3) ブラウン・ボヴェリイ
1. 第1期建設費	2,430,000 マルク	2,503,736 マルク	2,277,000 マルク
2. 賃貸料	土地費用を含む総資本の8% (毎年度終了後3ヵ月以内に支払い可能)	収入の利用法は以下の通り a) 初めに、粗収入から帳簿上の支出を支弁する b) 経営のためにヘリオス社に対して、a) の残金から経営費増加分15%を配分する c) 次に両者に対して、最初の配当として4.5%を支払うする d) 両者の償却として、4.5%を両者に配当する e) 以上の残金の55%をフランクフルト市に、45%をヘリオス社に配当する	1年目は土地費用を含む総資本の5%、2年目7%、3年目9%、4年目以降は10% (毎年度終了後3ヵ月以内に支払い可能)
3. 経営費	賃貸料支払い後に支弁		賃貸料支払い後に支弁
4. 修理費基金	投下資本の1.5%		投下資本の1%
5. 純益	事業の賃貸によって万一生じる欠損の後に、65%を市に配当		前年度の万一の欠損控除後に、50%を市に配当
6. 市の解約権及び解約条件	市は1年毎に解約権を有する (経営開始後5年以内に解約された場合、賃貸者はそれまでに生じた万一の欠損を補償される)	・市は、経営開始10年目以降から、先行する解約後に発電所を公営化する権利を有する ・公営化は事業の減価償却後の帳簿価格に従って実施され、またヘリオス社は以下の優先権を有する：経営開始10年後に公営化される際には、最後の5年間の営業実績から最善及び最悪の年度を除外した上で、事業の平均純益の10倍をヘリオス社は領収する (この倍率は11年目には9倍というように減少する)	・市は1年毎に解約権を有する ・5年間の経営終了以前に解約された場合、賃貸者はそれまでに生じた万一の欠損を補償される ・賃貸料比率が以下のように設定された場合、賃貸者は上記の補償を断念する：1年目3.5%、2年目4.5%、3年目6%、4年目7%、5年目9%、7年目以降10%
7. 賃貸期間	19年間の経営終了後に、1年の解約権が賃貸者に生じる	経営契約は20年で終了する	19年間の経営終了後に、1年の解約権が賃貸者に生じる
8. 第2期工事費	5,306,637 マルク	5,306,637~5,380,373 マルク	5,153,637 マルク
9. 電力料金 (私的照明)	・70 ペニヒ/kWh ・割引率 (年間利用時間) : 500~750 時間 10%, 750~1,000 時間 15%, 1,000~1,500 時間 20%, 1,500~2,000 時間 25%, 2,000 時間以上 30%		・80 ペニヒ/kWh ・割引率 (年間利用時間) : 500~750 時間 10%, 750~1,000 時間 15%, 1,000~1,500 時間 20%, 1,500~2,000 時間 25%, 2,000 時間以上 30%
10. 電力料金 (動力)	・電動機ないし主照明時間帯の照明に利用しない限り25ペニヒ/kWh (電動機・暖房・電気化学用) ・割引率 (年間利用時間) : 900~1,200 時間 10%, 1,200~1,500 時間 15%, 1,500~2,000 時間 20%, 2,000~2,700 時間 25%, 2,700 時間以上 30%		・25 ペニヒ/kWh ・割引率 (年間利用時間) : 900~1,200 時間 10%, 1,200~1,500 時間 15%, 1,500~2,000 時間 20%, 2,000~2,700 時間 25%, 2,700 時間以上 30%

出典) Bericht des Stadtbauraths W. H. Lindley vom 15. April 1893, Tabelle 14, Mag. Akt. T. 1999/III より作成。

図1 フランクフルト市消費電力量の推移(1900~13年)



出典) 表2のデータより作成。

ものと考えられた。⁽⁶²⁾ また、ブラウン・ボヴェリイは創立当初より単相交流規格の発電機と電動機の製作を手がけていたので、同社のフランクフルト進出は単相交流用電動機の普及と、それを通じた電力需要の喚起への寄与が期待されていたことも考えられる。⁽⁶³⁾

こうして1893年6月23日、電気委員会は市プロジェクトによる単相交流システムを採用することと、発電所の建設・経営をブラウン・ボヴェリイに委ねることを決定し、その旨を市参事会に提言した。⁽⁶⁴⁾

だが、これでシステム論争に決着がつけられたわけではなかった。委員会の中でも、それまでの実績の有無を理由に、新興企業であるブラウン・ボヴェリイへの委託に反対し、ジーメンス・ハルスケへの委託を求める声の一部があった。⁽⁶⁵⁾ また、博覧会開催地であったフランクフルトにおける電力事業計画策定の動向は、ドイツ中の注目を集めていたので、新興スイス企業に発電所の建設・経営を委託しようとするフランクフルト市当局に対して、ドイツ電機業界は経済ナショナリズム的な非難の矛先を向けた。⁽⁶⁶⁾

注 (62) Bericht des Stadtbauraths Lindley vom 15. 4. 1893, S. 13f., Mag. Akt. T. 1999/III.

(63) ブラウン・ボヴェリイの躍進に貢献したのは単相交流電動機の実用化であり、同社の単相交流電動機は、特に当時のドイツで注目を集めた。1894年に開設されたフランクフルト工場でも主としてこの電動機が製造された。Verband deutscher Elektrotechniker in Frankfurt a. M., *Die Elektrotechnik in Frankfurt am Main.*, S. 103f.

(64) Ferner Bericht der gemischten Commission von Magistrat und Stadtverordneten betreffend die Errichtung eines städtischen Electricitätswerkes, Mag. Akt. T. 1999/III.

(65) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 591 vom 10. 10. 1893, S. 287-292.

(66) 例えばドイツ電気技術者連合は、1893年7月3日付の上級市長F・アディクス宛の書簡で、「外国企業への委託は、ドイツ工業に対する〔……〕明らかな不信の表明であり」、それによりドイツ電機業界の「名声を著しく傷つけたことへの責任をとる」よう求めた。Schreiben von Vorstand des Verbandes der Elektrotechniker Deutschlands an den Magistrat der Stadt Frankfurt/Mz. Hd. des Herrn Oberbürgermeisters Dr. Adickes vom 3. 7. 1893, Mag. Akt. T. 1999/III.

表2 フランクフルト市発電所営業状況及び消費動向 (1895~1913 年)

年度	営業状況						消費動向					
	出力 (kW)	電線路 (km)				販売電力量 (1,000 kWh)	消費電力量 (1,000 kWh)					接続家数
		主送 電線	一次 配電線	二次 配電線	市電 架線		公共 照明	私的 照明	動力	市街 鉄道	合計	
1895	2,088	14.4	31.3	43.7	—	1,430	—	—	—	—	—	469
1896	2,088	18.5	39.6	49.8	—	1,989	—	—	—	—	—	589
1897	3,121	18.5	44.5	59.0	—	2,696	—	—	—	—	—	797
1898	4,154	29.3	55.1	68.1	—	3,194	—	—	—	—	—	1,031
1899	4,154	30.3	59.3	74.7	7.4	5,995	—	—	—	—	—	1,255
1900	6,220	30.3	62.5	80.1	7.4	10,597	269	2,262	2,400	4,302	9,233	1,485
1901	6,220	36.8	69.3	92.0	12.3	13,105	318	3,255	2,672	6,660	12,905	1,726
1902	9,420	36.8	72.6	101.1	12.3	14,004	261	3,076	3,035	7,464	13,836	2,010
1903	9,420	37.2	75.7	111.0	12.3	14,968	253	2,731	4,079	7,676	14,739	2,345
1904	9,420	37.2	81.4	122.6	12.3	16,396	236	3,110	4,824	7,806	15,976	2,661
1905	11,876	37.2	89.7	139.6	12.3	17,209	246	3,866	5,238	7,463	16,813	3,020
1906	11,876	37.2	99.3	166.4	20.8	19,514	344	4,708	5,593	8,218	18,863	3,380
1907	18,354	51.5	111.3	208.8	50.0	23,529	355	5,118	7,728	9,543	22,744	3,690
1908	18,354	58.5	117.2	231.0	50.3	26,837	323	5,732	7,500	11,337	24,892	4,041
1909	21,332	58.5	131.4	261.6	53.7	29,182	283	6,186	8,931	11,859	27,259	4,523
1910	21,332	62.0	152.7	318.1	65.7	32,659	300	6,570	9,886	13,879	30,635	5,214
1911	21,332	63.5	169.9	375.9	77.3	35,191	411	7,244	9,799	15,665	33,119	6,023
1912	34,266	83.2	189.5	456.4	100.2	38,953	733	7,956	11,559	16,929	37,177	6,975
1913	34,266	85.4	207.7	568.2	100.6	42,083	1,092	8,643	12,523	18,609	40,867	8,441

注) 各年度とも4月1日から翌年3月31日の期間を指す。ただし、1895年度のみ1895年1月1日より翌年3月31日まで。

出典) Statistisches Handbuch der Stadt Frankfurt am Main, Ausg. 1 (1907), S. 80f.; Ausg. 2 (1928), S. 132f. より作成。

このため、市議会での最終的な審議の実施までにさらに約半年を要し、市参事会がブラウン・ボヴェリィへの発電所の建設・経営を市議会に提議したのは、1893年10月10日のことであった。⁽⁶⁷⁾ 上級市長F・アディケス (Franz Adickes) は、ブラウン・ボヴェリィによる発電所に対する保証が手厚い点を強調して、市参事会の提議を承認するよう市議会に求めたが、市議会の内部でもジーマンス・ハルスケを支持する声が少なからずあり、議論は紛糾した。⁽⁶⁸⁾ そのため、議決は10月12日の市議会にまで持ち越され、その席でようやく市参事会の提議が受け入れられることとなった。これにより、ブラウン・ボヴェリィへの発電所の建設・経営の委託と、そのための費用2,010,000マルクが最終的に承認されたのである。⁽⁶⁹⁾

(3) 電力ネットワークの完成

市議会での議決の後、ブラウン・ボヴェリィはさっそく市中央発電所の建設工事に着手した。工事は1894年中に完了し、発電所は翌95年1月1日から運転を開始した。⁽⁷⁰⁾ 発電所は、当初ブラ

注 (67) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 591 vom 10. 10. 1893, S. 280f.

(68) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 591 vom 10. 10. 1893, S. 293ff.

(69) Mitt. Prot. StVV. Ffm., §. 597 vom 12. 10. 1893, S. 302.

(70) Elektrizitätswerk Frankfurt a. M.-Schlussbericht über den Bau des Werkes und über das erste Betriebsjahr von W. H. Lindley, 1896, S. 23-30.

表3 フランクフルト市発電所経営状況 (1895~1913年)

(単位: 1,000 マルク)

年度	収 入					支 出			純 益
	照明	動 力	電流計賃貸	その他	総 計	経営費	減価償却費	総 計	
1895	466	61	19	28	574	268	306	574	—
1896	467	102	28	12	609	272	337	609	—
1897	569	157	37	20	783	333	349	682	47
1898	618	208	23	21	870	452	389	841	30
1899	803	494	31	18	1,346	522	698	1,220	75
1900	927	934	39	31	1,931	823	679	1,502	429
1901	1,045	1,152	46	42	2,285	857	662	1,519	767
1902	1,187	1,183	60	60	2,490	870	591	1,461	1,017
1903	1,395	1,226	70	55	2,746	904	623	1,527	1,219
1904	1,554	1,348	84	67	3,053	971	650	1,621	1,431
1905	1,798	1,264	101	62	3,225	1,010	673	1,683	1,562
1906	2,061	1,366	120	77	3,624	1,203	711	1,914	1,710
1907	2,097	1,669	137	84	3,987	1,576	742	2,318	1,669
1908	2,309	1,861	153	91	4,414	1,452	789	2,241	2,173
1909	2,388	2,060	170	300	4,918	1,495	771	2,266	2,652
1910	2,554	2,288	171	230	5,243	1,468	876	2,344	2,899
1911	2,809	2,558	173	261	5,801	1,598	935	2,533	3,269
1912	3,089	2,684	183	328	6,284	1,838	1,021	2,859	3,425
1913	3,136	2,921	202	358	6,617	2,106	1,126	3,232	3,385

注) 各年度とも4月1日から翌年3月31日の期間を指す。ただし、1895年度のみ1895年1月1日より翌年3月31日まで。

出典) Statistisches Handbuch der Stadt Frankfurt am Main, Ausg. 1, S. 80f.; Ausg. 2, S. 132ff. より作成。

ウン・ボヴェリイに賃貸され同社が経営を担ったが、1899年に公営化され、それ以後は市が経営に携わることとなる。

表2と図1から明らかなように、第1発電所の経営開始後の営業規模と消費電力量は一貫して成長し続けた。特に消費動向を示した図1に見られるように、フランクフルトの電力需要は市街鉄道用電力、動力用電力、照明用電力の3つにバランス良く分布し、負荷率の安定した良好な経営が展開されていたことがうかがわれる。このことは、表3に見られる純益の着実な増加にも反映されている。

純益の増加は、市財政における電力事業の位置づけも上昇させた。ブラウン・ボヴェリイによる最終経営年度の1898年度における市公営事業の純益全体に占める電力事業の比率は、僅か2.54%にすぎなかったが、公営化によってその比率は飛躍的に増大し、公営化の翌々年の1901年度には早くも62.44%にまで達し、第一次大戦直前の1913年度には実に85.89%を占めるまで

注 (71) フランクフルトは1895年に隣接するボッケンハイムを合併するが、同地には1893年にラーマイヤーが建設した民設民営形態の発電所が存在した。同発電所は1900年に公営化され、フランクフルト市第2発電所となった。また、1899年に公営化された既存の発電所は第1発電所とされた。これによりフランクフルトには、第1と第2の2つの市営発電所が存在することとなり、この内第2発電所はボッケンハイムの給電を担い、第1発電所はそれ以外の全域に電力を供給した。第2発電所は経営規模が第1発電所に比してはるかに小さい上に、もともとフランクフルトの市域外に建設されたので、本稿では考察の対象から外した。

に至った。⁽⁷²⁾

このように、フランクフルトの電力事業は、当初から市域全体への給電が可能なシステムを構築し、またその後の需要の飛躍的な増大にも十分に対処しうるポテンシャルを有していたので、長期的展望を視野に入れた戦略的経営が実現され、市財政にも大きな寄与をなしたといえよう。

むすびにかえて

本稿では、直流から交流へのシステム転換期における都市電力ネットワークの形成プロセスの特質を明らかにするために、フランクフルトにおける電力事業の導入過程を検討してきた。最後に、冒頭で提示した論点に即して本稿の要点をまとめたい。

第1に電力事業導入の目的について、事業の検討が行われはじめた当初には、電灯による照明だけが考慮されていたにすぎなかった。その後、電動機の開発が進むと、中小営業家層及び市街鉄道向けの動力としての用途に注目が集まり、電力事業は単なる照明事業としてだけではなく、広義の都市計画全体と関連づけられるようになった。

第2に電力システムの選択については、市域全体に給電可能で、かつ簡明性と信頼性を備えたシステムの構築が何よりも重視されていた。電気委員会や技術顧問の間では、システム論争の苛烈さにもかかわらず、単一の発電所による市全域への電力供給が可能な交流システムに、当初から期待がかけられていたのである。そして博覧会での三相交流システムの長距離送電実験の成功は、フランクフルト市民に交流の優位を鮮烈に印象づけた。だが、その後の経過では、まだ多分に実験的性格が強かった三相交流システムや、電力ネットワークを複雑化させる交流と直流の混在システムが選択肢から外され、交流システムの中でもそれまでの研究の蓄積から信頼性があり、かつ簡明性を備えた単相交流による一元的システムが選択されることとなった。

第3に経営に関しては、事業に対する市の監督権の保持が一貫して重視され続けた。電力事業の地域独占的性格が早くから認識されていたために、公設公営形態が強く望まれていたが、実際にはブラウン・ボヴェリィに発電所運転開始当初の経営を委託することとなった。だがその契約では、経営開始5年後には無償で公営化することが認められており、また契約の解約権が毎年市に与えられることとなっている。この条件をガス事業のそれと比較すれば、市にとってこの契約の持つ意義が明らかとなろう。

1840年代にイギリスの民間企業インターコンチネンタル・ガス・アソシエーションによって導入されたガス事業では、電力事業とは対照的に民設民営形態が採られた。このため市内へのガス供給は完全に同社の独占状態となり、価格体系やサービス内容をめぐり、市自治体の間で係争が絶えなかった。その上、1859年に更新された市とインターコンチネンタル・ガス・アソシエーションの契約によって、同社に対する営業許可は1959年までの100年間という長期に及び、

注 (72) Statistisches Handbuch der Stadt Frankfurt am Main, Ausg. 1 (1907), S. 80f., 288ff.; Ausg. 2 (1928), S. 132ff., 468f.

契約期間中における契約解約権が市自治体に付与されなかつた⁽⁷³⁾。これと比較するならば、ブラウン・ボヴェリイとの契約は、市にとって格段に有利な条件であつたといえよう。

第4に、以上の経緯によって構築されたフランクフルトの電力ネットワークは、その前後の事例と対比してどのような特質を示したのであろうか。この点については、第1節で取り上げたダルムシュタットとマンハイムの事例と比較したい。当初、フランクフルトではダルムシュタットと同様、電力事業は照明のみを目的として導入されることとなっていた。しかし、フランクフルトでは計画策定の初期段階から、事業の将来的発展が視野におさめられていたために、即時利用可能な直流システムを安易に採用することなく、未だ実用化されていなかった交流システムの可能性が追求されることとなった。これにより、交流システムの黎明期という时期的な制約を受けつつも単相交流システムが採用され、交流の優位が確立した後に電力事業を導入したマンハイムと同様に、都市計画と有機的に連関し、かつ長期的な発展の余地を有する戦略的な電力事業が実現されたのである。そして、これを可能としたのが国際電気技術博覧会をはじめとする数々の調査・実験の成果であつた。換言するならば、フランクフルトの電化は、広義の都市計画を可能とする交流システムによる試行的電化だつたといえよう。こうして始動したフランクフルトにおける電力事業の、その後の展開の実態については今後の研究課題としたい。

注 (73) A. Busch, 'Die Betriebe der Stadt Frankfurt a. M.', *Schriften des Vereins für Socialpolitik*, Bd. 129/3 (1909), S. 136ff.