

Title	ガリレオと建築 : 17世紀フィレンツェ建築における「新科学」の影響
Sub Title	Galileo e architettura : l'influenza delle scienze nuove sull' architettura fiorentina del Seicento
Author	金山, 弘昌(Kanayama, Hiromasa)
Publisher	慶應義塾大学日吉紀要刊行委員会
Publication year	2015
Jtitle	慶應義塾大学日吉紀要. 人文科学 (The Hiyoshi review of the humanities). No.30 (2015.) ,p.1- 38
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10065043-20150630-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

ガリレオと建築

——17世紀フィレンツェ建築における「新科学」の影響

金山 弘 昌

序——ガリレオと同時代建築との関係

『星界の報告』（1610年）で新たな世界を示したガリレオ・ガリレイ（1564-1642）の影響は、絵画の分野にもただちに波及し、ガリレオの親友チーゴリ（1559-1613）は、ローマのサンタ・マリア・マッジョーレ聖堂のパオリーナ礼拝堂ドームの聖母の足元に、ガリレオが観測したクレーターだらけの月を描いた。ガリレオと美術の関わりについては、すでにブレーデカンブらの優れた研究がある⁽¹⁾。これに対し本稿の目的は、ガリレオの影響を今度は建築（民生建築 *architettura civile*）において探ることである。

この点について、美術史家アンソニー・プラントは、17世紀ローマの盛期バロック様式を代表する建築家フランチェスコ・ボッロミーニ（1599-

(1) ガリレオと美術の関わりについては、とりわけ以下。C. Damianaki, *Galileo e le arti figurative. I ritratti e i busti di Galileo. Scoperte astronomiche e pittura barocca. La concezione estetica di Galileo*, Roma, 2000. H. Bredekamp, *Galilei, der Künstler: der Mond, die Sonne, die Hand*, Berlin, 2009. H・ブレーデカンブ『芸術家ガリレオ・ガリレイ 月・太陽・手』原研二訳、産業図書、2012年。また以下の拙論も参照されたい。金山弘昌「ガリレオと美術——近代天文学の祖における科学と美術の関係」『芸術学』（三田芸術学会）、15号、2012年、pp. 3-25. 金山弘昌「ガリレオとレオナルド——月面観測と『絵画論』」『レオナルドの教え——美術史方法論研究会論集』ポーターインク、2013年、pp. 3-26。

1667) についての晩年のモノグラフの中で、ある仮説を提唱した。ブラントは、複雑で曲線に富む形態を幾何学的作図法によって生み出すボッロミーニが、ガリレオの『偽金鑑識官』(1623年)中の「自然の大いなる書物は数学の言語で書かれている」という有名な一節に感化されたというのである⁽²⁾。バロックの最もダイナミックな造形とガリレオの新たな世界観を結びつけるこの大胆な洞察は、とりわけ多くの書評子の関心を呼んだ。

本稿は、ブラントの命題の検証そのものを目指すわけではない。ただ建築におけるガリレオの影響のより史実に忠実な検証を、この数学者兼自然哲学者が「崇拜」されていた17世紀のトスカーナ大公国とその首都フィレンツェに視点を絞って試みたい。

ガリレオの建築に対する直接的な最大の貢献は、『新科学対話』(1638年)の中で彼がおこなった、今日の材料力学の起源とされる、建材の耐久力についての力学的考察である。必然的にその影響も、直接には建築様式や意匠に関わるものではなく、構造設計や建築技術に関わるものとなる。この分野におけるガリレオの影響の評価については、近年建築史と科学史の両分野にまたがって学際的な研究が盛んである⁽³⁾。本稿の目的の一つは、この点についての総括である。

本稿では、しかしながら、建築技術に留まらず、様式や造形の問題についてもガリレオの影響の検証をあえて試みたい。そもそもフィレンツェの素描重視の美術は他の地域の美術に比し、図法幾何学などの応用数学との結びつきが強く、ガリレオの成功の後押しもあって、やがて建築造形に幾何学を大胆に応用した特異な作例が生まれた。さらにガリレオをより広く、「実験主義」の唱道者としてとらえるなら、その知的方法は古代建築の評価分析という、意外な面にも波及していることが分かる。そして近代考古

(2) A. Blunt, *Borromini*, Cambridge, Mass., 1979, p. 47.

(3) 17世紀の建築におけるガリレオの影響の概説としては以下。F. Camerota, “L’architetto ‘filosofante’: riflessioni galileiane sulle arti del disegno”, *Firenze e il Granducato*, (*Atlante del Barocco in Italia*), M. Bevilacqua, G. C. Romby, ed., Firenze, 2007, pp. 117-128.

学にも繋がるこの経験主義的な古代へのアプローチは、同時代の盛期バロック建築の恣意的空想的な古代観への批判となりえた。そしてその新たな古代観は、やがて新古典主義へとつながっていくのである。

本論が扱う17世紀フィレンツェの建築は、そもそもポッロミーニやベルニーニ（1598-1680）に代表される同時代ローマの建築とは対照的である。とりわけ様式史において、17世紀フィレンツェ建築は、後期マニエリスムの影響から脱却できない「時代遅れ」の様式という低い評価がなされてきた。大公国の経済的停滞や宮廷の緊縮財政などを背景に、建築界そのものが不振であったのは事実であるが、その一方で、建築と関連諸技術分野の高度な集権的組織化や、本稿のテーマである建築技術の学問的分析や歴史的建築物に対する新たな実証的アプローチなど、次世代の建築につながる潜在的な革新は着実に進行していたのである⁽⁴⁾。本稿の副次的な目的は、17世紀フィレンツェ建築の再評価である。

1. 数学者ガリレオとフィレンツェの「^{アルテ・デル・ディセーニョ}素描術としての美術」

ガリレオは今日では天文学や物理学の分野で取り上げられることが多いが、本来は「^{マテマティコ}数学者」であった。また後年、フィレンツェ時代の彼は「^{フィロソフ}哲学者（自然哲学者）」の職名を名乗る。

数学者の職能は、しかしながら、ガリレオが教育を受け、世に出た16世紀末において、今日とはいささか異なっていた。もちろん純粋数学の分野もあったものの、多くの場合、数学者たちはその知識を応用してさまざまな技術的分野に貢献することを要請されており、実質的に応用数学の分野で活動していた。ガリレオ自身、パドヴァ時代には「軍用幾何学用コンパス」なる数学器具を発明し、それを工房で製作させて自ら著したマニュアルとともに頒布していた。またガリレオの庇護者の一人ガイドバルド・デル・モンテ（1545-1607）は、図法幾何学において優れた業績を残した

(4) 17世紀フィレンツェ建築についての優れた概説は以下。M. Bevilacqua, “Provincia di Firenze”, *Firenze e il Granducato*, cit., pp. 365-378.

数学者であるが、トスカーナ大公に築城総監督として仕えていた。そして応用数学が必須とされていた分野の中には、透視図法が不可欠な絵画などの美術、そして測量や製図が不可欠な建築も含まれていた。若きガリレオ自身、フィレンツェのアッカデミア・デル・ディセーニョで応用数学を講じていたオステリリオ・リッチ（1540-1603）に師事している。

つまりこの学問の状況下、「数学者」ガリレオも、応用数学者の職務のレパートリーとして、当初から建築に関わらずにはいられなかったのである。事実、パドヴァ時代のガリレオは、築城術に関する2つの原稿を残しており⁽⁵⁾、先の軍用幾何学用コンパスもまさに築城や攻城での使用を前提としていた。ただガリレオの築城論については、軍事建築の問題ということで、本稿ではあえて取り扱わない⁽⁶⁾。

アッカデミア・デル・ディセーニョでは、すでに1569年から数学が講じられており、先のリッチやイニャツィオ・ダンティ（1536-86）らが教鞭を執っていた⁽⁷⁾。ガリレオが『天界の報告』で成功をおさめ、フィレンツェでトスカーナ大公に仕えるようになると、おそらくはそれが刺激となって、同アカデミーでの応用数学の教程は一層充実させられる。ガリレオの弟子の一人でもある大公フェルディナンド2世（1610-70）は、1639年、数学者ジョヴァンニ・コッカパーニ（1582-1649）をフィレンツェ大学の数学講座からアッカデミアの教授に移す⁽⁸⁾。建築家でもあったコッカパーニの授業内容について、後に美術史家フィリッポ・バルディヌッチ（1624-97）が伝えており⁽⁹⁾、それによると、ユークリッド幾何学の初歩、コンパ

(5) G. Galilei, *Breve istruzione all'architettura militare*, in *Le opere di Galileo Galilei, Nuova ristampa della edizione nazionale*, Firenze, 1965, II, pp. 15-75. *id.*, *Trattato di fortificazione*, in *Le opere, cit.*, II, pp. 77-146.

(6) ガリレオの築城論については、参考文献を挙げるに留める。A. Pellicanò, *Del periodo giovanile di Galileo Galilei. Il trattato di fortificazione alle radici del pensiero scientifico e dell'urbanistica moderni*, Roma, 2000.

(7) Camerota, *op. cit.*, p. 117.

(8) *ibid.*

(9) F. Balducci, *Notizie de' professori del disegno da Cimabue in qua*, F.

スの使用法, 幾何学の理論と実践, 距離と奥行きや高さの測定法, 透視図法, 物体の回転と展開, 水理学, 一般建築(民生建築)と建築オーダー, 立地条件, 測量, 築城とその大砲を用いた防御と攻撃, 平面図の作成, 数学器具の使用法, 球面と地理学, 機械工学と力学, 方位磁針の使用法, 海図や羅針盤と六分儀など, 延々と応用的な課題が列挙されている。このように見ると, 築城術に限らず建築一般が数学の枠内で教授されていること, またブルネッレスキ(1377-1446)以来, とりわけブオンタレンティ(1531-1608)ら建築家たちの活躍で知られる水理学もこの枠内で教えられていることがわかる。

当初より, 透視図法や解剖学などを網羅し, 応用技術的性格を併せもって発展してきたのがフィレンツェの「アルテ・デル・ディセーニョ素描術としての美術」であった。このようなフィレンツェの美術伝統において, 図法幾何学を中核とした数学の重要性の増大はある種必然ともいえるだろう。アカデミーの外でも美術と応用数学を統合した教育は盛んであり, とりわけ有名な例としては, 建築家ジュリオ・パリージ(1571-1635)が主催した私塾が挙げられる。しかしガリレオの存在が, 美術や建築における数学の役割の増大化の傾向を一層加速させたことは間違いないだろう。そもそも先に挙げたジョヴァンニ・コッカパーニ自身, 画家・建築家の弟シジスモンド(1583-1643)とともにチーゴリの弟子であり, 直接ガリレオにも接していた。

このように, ガリレオが受けた数学教育そのものが美術や建築と密接に結びついており, ガリレオの後年のさまざまな新発見もまた, 自身が育ったのと同じ環境において, 再び美術や建築に結びつくのである。

2. 『新科学対話』——ガリレオが建築にもたらした影響の中核

数学者ガリレオの建築への最大の貢献は, 荷重による破断に対する「固体の耐久力」の問題, すなわち今日の材料力学に関わるものである。ガリ

レオはこの問題を、1638年にライデンで出版した『新科学対話』において⁽¹⁰⁾、とりわけ第2日の対話の中で梁の耐久力の問題として論じた。そしてこの問題提起は、その後の材料力学の、ひいては構造力学の先駆の一例として、建築史や土木工学史において決定的な重要性をもっている⁽¹¹⁾。

ガリレオはこの対話篇第1日目を、ヴェネツィアの^{アルセナーレ}造船所での経験から説き起こしている。ガリレオが目指したのは、造船や各種の機材の製作に従事する工匠たちがすでに経験的に知っている現象について、その原理を数学的に解明することであった。中世来ながらく自由学芸より下位におかれ、科学との接点がわずかとなっていた日常の応用技術を、科学の立場で再評価しようとするガリレオの姿勢は、古くは15世紀のニコラウス・クサヌス（1401-64）にさかのぼり、ほぼ同時代のフランシス・ベーコン（1561-1626）へといたる、経験主義的な伝統のひとつの帰結といえるだろう⁽¹²⁾。ガリレオ自身は自らの試みの革新性を主張してたが、たとえば『新科学対話』に先立つ1621年に出版されたバルナルディーノ・バルディ（1553-1617）によるアリストテレスの『機械学』註解書も、すでにアーチやヴォールトなどの構造の問題を幾何学的に論じている⁽¹³⁾。

同じく第1日の対話において、ガリレオの問題意識は、対話者の一人サ

(10) G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze* [...], Leida, 1638. *Le opere, cit.*, VIII. ガリレオ・ガリレイ『新科学対話』今野武雄、日田節次訳、岩波書店、1937年。また今日の構造力学の用語を使用し、第2日だけを解説付きで訳したものが以下。『ガリレオ・ガリレイの「二つの新科学対話」静力学について』加藤勉訳、鹿島出版会、2007年。

(11) 構造力学の観点から『新科学対話』を考察したものとしては、とりわけ以下。S. Di Pasquale, *L'arte del costruire. Tra conoscenza e scienza*, Venezia, 1996.

(12) H. Schlimme, "Between architecture, science and technology: the Accademia della Vachia in Florence, 1661-1662," *Practice and Science in Early Modern Italian Building. Towards an Epistemic History of Architecture*, H. Schlimme, ed., Milano, 2006, pp. 61-96 (67-69).

(13) バルディのアリストテレス註解書については以下。なお同書の伊語訳も所収。A. Becchi, *Q. XVI. Leonardo, Galileo e il caso Baldi: Magonza 26 marzo 1621*, Venezia, 2004.

グレドの次の問いかけによって示される。

「あの老人〔註：造船所の親方〕は最後にそれに付け加えて、私がいつも根拠のない民衆の考えだと見なしていることを述べました。すなわち、この場合に限らず、他の同じような機械の場合でも、小をもって大を推し測ってはいけない。大抵の設計は寸法が小さいときにはうまく成功しても、大きくすると失敗するものだから、というのです。しかし機械学の土台は幾何学であり、その幾何学では相似な図形は大小にかかわらず同じ性質もっています。円、三角形、円筒形、円錐形、その他どんな立体形でも単に寸法の大小だけで性質がちがってくるわけではありません。だから、今ここに各部分のプロポーシオンが完全に一致している大小二つの機械がある場合に、小さい方は所定の使用に適し、耐えられるのに、なぜ大きい方が不意に起こりうる不幸で破壊的な出来事を免れることができないのか、私にはそのわけがわからないのです」⁽¹⁴⁾

小さな模型から、同じ素材、相似形、同じプロポーシオン（割合、比例）で大きな機械を作っても、うまく作動しないという、素朴で経験的な事実の指摘である。この問いかけに対し、もう一人の対話者、ガリレオの分身的な存在のサルヴィアティーは次のように応え、ガリレオの解答を示す。

「材料の不完全性を完全に除外し、材料が絶対完全で不変で、いかなる偶然の変質も免れているとして、その材料だけで、小さな機械と同じ材料と同じプロポーシオンで作られた大きな機械は、ほかのあらゆる点では小さな機械に正しく相応じた働きをするが、ただし一点だけ例外があります。つまり大きな方が小さいのより頑丈でなく、外から加えた力に対する抵抗力が弱いのです。機械が大きければ大きいほど、またその弱さも大きい、というわけです」⁽¹⁵⁾

(14) 今野・日田訳、前掲書、上、p. 22。現代仮名遣いに改め、誤りの訂正を含め一部を改訳。Le opere, cit., VIII, p. 50.

(15) 今野・日田訳、前掲書、p. 23。現代仮名遣いに改め、誤りの訂正を含め一部を

建築構造学者のディ・パスクワレが指摘するように⁽¹⁶⁾、ガリレオの問題提起は、それまでプロポーシオンの原理が主とされていた建築論の伝統において革命的であった。小さな模型を原型に大きな装置を製作しても、うまく作動しないという経験的な認識は、すでにウイトルウィウスの『建築十書』でも言及されている⁽¹⁷⁾。しかしこの建築論の始祖ウイトルウィウスも、有名な「強・用・美」の建築3要因を唱えつつも、「強」つまり構造的強度については、「良き基礎と良き素材の選択」にしか言及しておらず、建築設計の原理として、プロポーシオン（オルディナティオ、シュンメトリア）という、量の秩序の美的原理を明示するに留まった。ルネサンス以後の建築論の伝統の中で本来「美」の要因でしかなかったプロポーシオンが強調されていくと、ついにはパツラーディオ（1508-80）において、プロポーシオンの原理は構造設計にまで適用されるようになる。パツラーディオは、『建築四書』（1570年）において、4種の木造トラス構造の橋梁の例を挙げつつ、以下のように述べている。

「これら4つの方法の橋は、すべての部分をそれぞれのプロポーシオンに応じて拡大することにより、必要とされるいかなる長さにもすることができる」⁽¹⁸⁾

ガリレオもパツラーディオの『建築四書』を所持しており⁽¹⁹⁾、この力学的誤謬を正すことを意識していたと考えられる。

ガリレオはある素材の破壊抵抗力の問題を検討するため、一端を壁に固定された片持ち梁をモデルに想定した（図1）。そしてその梁に働く外力

改訳。 *Le opere, cit.*, p. 51.

(16) Di Pasquale, *op. cit.*, pp. 23ff.

(17) Vitruvio, *De architectura*, Pordenone, 1990, X, XVI, 5.

(18) A. Palladio, *I quattro libri dell'architettura*, Milano, 1968, III, p. 18. Di Pasquale, *op. cit.*, p. 31.

(19) ガリレオの蔵書目録は以下。A. Favaro, “La libreria di Galileo Galilei”, *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, XIX, 1886, pp. 219-293.

(重量)と抵抗力(反力)の比率を、アリストテレスの梃子やアルキメデスの天秤棒の原理を応用して算定し、各命題を論証していく²⁰⁾。そしてサルヴィアーティの結論は以下のようなものとなる。

「以上の論証によって、自然の物でも人工物でも、その寸法を途方もない大きさにすることは不可能であることがよくお判りになったことと思います。巨大な船、宮

殿、寺院を普通の樫、帆桁、梁、
カテーナ
壁体補強材等の構成部材を用いて建造することはできませんし、自然も並外れた樹木を生み出すことはできません。なぜならば幹や枝は自重で折れてしまうからです」²¹⁾

またガリレオはアリオストの『狂えるオルランド』に登場する巨人を引き合いに出し、実際には力学上の制約から、巨人が人間と同じプロポーションを持つためには骨の強度がより大きくなければならず、さもなければ人間よりも弱く、それどころか自重で崩壊してしまうだろうと付け足す。

かくしてガリレオは、先のパッラーディオに代表されるような、在来の建築論のプロポーション至上主義に対して完膚なきまでの論駁を加えた。事実上プロポーションの原理に支配されていたそれまでの伝統的な建築設計や構造設計の基礎を、ガリレオは力学という新たな視点の導入によって、根本から覆したといえるだろう。

ガリレオは片持ち梁のモデルでもう一つの重要なテーマを論じている。梁の形状をどのように設計すれば、必要最低限の体積と重量でどの部分で

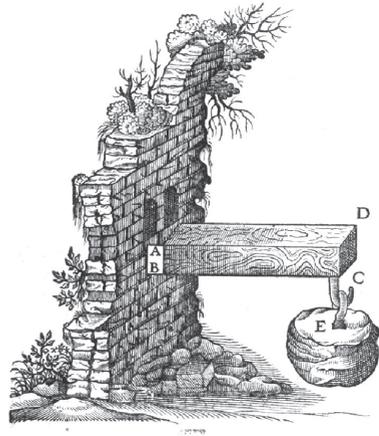


図1 『新科学対話』(1638)挿図, 片持ち梁

²⁰⁾ 加藤訳, 前掲書, pp. 28ff. *Le opere, cit.*, VIII, pp. 151ff.

²¹⁾ 加藤訳, 前掲書, p. 58. 一部を改訳。 *Le opere, cit.*, VIII, p. 169.

も等しい耐久力を持たせることができるかという問題である²²⁾。デイ・パスクワレは、これを今日の構造力学における「最適化」課題の先駆けと見なす²³⁾。ガリレオは、先の片持ち梁の力学的最適形状を求め、それが放物線のプロフィールを描く形状であることを見出し、さらにそれを誤ってではあるが懸垂線カタナリーと同一視した²⁴⁾。パラボラにせよ、カタナリーにせよ、やがて近代建築のアーチやヴォールト架構の形式として盛んに用いられるようになる曲線である。ガリレオが提案したのはあくまで片持ち梁であり、しかもそれを船の部材として推奨しているとはいえ、原理的には建築のアーチにも応用可能である。実際、ガリレオの片持ち梁の形状については、まず早くも1657年には、後のフランス建築アカデミーの重鎮フランソワ・ブロンデル（1618-86）が「ガリレオの問題」として取り上げた²⁵⁾。ブロンデルはある書簡において、ガリレオのパラボラ・アーチがあくまで片持ち梁においてしか通用しないことを指摘し、両端で支えられた梁の場合の最適形状はむしろ半円か半楕円曲線であると述べた。また公刊した書簡に対するある反論に対しては、このような最適形状が船や機械装置だけでなく、建築にも有意義であると述べた。そしてイギリスのロバート・フック（1635-1703）がカタナリーやパラボラをアーチやドームの形状として検討し、それを受けてロイヤル・アカデミーの同僚であるクリストファー・レン（1632-1723）がロンドンのセント・ポール大聖堂のドームにカタナリーを採用する²⁶⁾。イタリアにおいても18世紀半ばには、サン・ピエトロ大

22) 加藤訳、前掲書、pp. 77-94. *Le opere, cit.*, VIII, pp. 178-186.

23) Di Pasquale, *op. cit.*, p. 295.

24) 加藤訳、前掲書、pp. 77-94. *Le opere, cit.*, VIII, pp. 178-186.

25) F. Blondel, "Résolution de quatre principaux problèmes d'architecture", *Mémoires de l'Académie Royal des Sciences, 1666-1699*, V, Paris, 1729. ブロンデルによる「ガリレオの問題」の扱いについては以下も参照。Di Pasquale, *op. cit.*, pp. 297-299. Camerota, *op. cit.*, p. 123. A. Gerbino, "François Blondel and the 'Résolution de quatre principaux problèmes d'architecture' (1673)," *Journal of the Society of Architectural Historians*, Vol. 64, No. 4, 2005, pp. 498-521 (509-512).

聖堂のドームの修復に関わった数学者のジョヴァンニ・ポレーニ (1683-1761) が、カテナリーをドームの最適形状として示すことになる²⁷⁾ (図2)。

「固体の耐久力」の問題それ自体もガリレオによって完全に解決されたわけではなく、その後も、ガリレオの高弟たち、エヴァンジェリスタ・トッリチェッリ (1608-47) やヴィンチェンツォ・ヴィヴァーニ (1622-1703) らがこの問題を継承する。そもそもガリレ

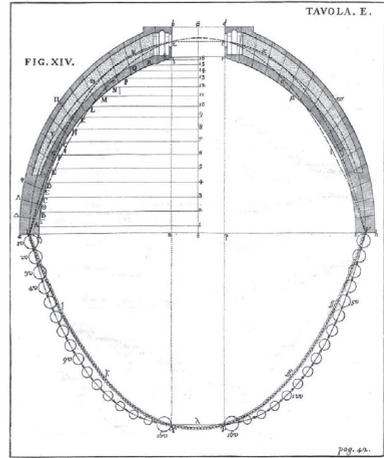


図2 ポレーニ (1748) によるドームの力学的最適形状としてのカテナリー

オは材料の変形の問題は考慮しておらず、近代的な材料力学の成立を見るまでには、変形の問題を扱ったエドム・マリオット (1620-84) やフック、そしてライプニッツ (1646-1716) とベルヌーイ兄弟 (ヤコブ, 1654-1705; ヨハン, 1667-1748) による微分方程式を用いたその解析方法の確立を待たねばならない²⁸⁾。

力学分野以外にも、建築に応用可能なガリレオの数学的研究はいくつもある。すでにパラボラとカテナリーについては紹介したが、ガリレオの弟子カルロ・ロベルト・ダーティ (1619-76) は、別種の曲線、サイクロイド (回転する円弧上の1点が描く軌跡によって生まれる曲線) の研究においてもガリレオが重要な貢献をし、ピサの橋梁設計に応用したと証言している²⁹⁾。このサイクロイドについては、科学史家カメロータがポッロミー

²⁶⁾ J. Heyman, "Hooke's Cubico-Parabolical Conoid," *Notes and Records of the Royal Society of London*, Vol. 52, No. 1, 1998, pp. 39-50.

²⁷⁾ G. Poleni, *Memorie istoriche della Gran Cupola del Tempio Vaticano*, Padova, 1748.

²⁸⁾ 加藤訳, 前掲書, pp. 101-103。

ニによるローマのサン・カルロ・アッレ・クワットロ・フォンターネ聖堂のファサードや、ナポリのフィロマリノー祭壇に使用されているのを指摘しているものの、ガリレオの直接の影響かどうかは判然としない³⁰⁾。

ガリレオの影響の範囲において、水理学、とりわけ水道の流量の測定や治水の問題もまた建築に関わる。ガリレオ自身も1631年にシジスモンド・コッカパーニが提案したアルノ河治水案の検討に参加しており、水の運動について力学的分類をおこなった³¹⁾。ガリレオの弟子たち、とりわけヴィヴィアーニも、後年この分野の業績を残している。もっとも紙幅の都合もあるため、本稿では水理学の問題にはあえて立ち入らない。

3. アッカデミア・デッラ・ヴァキアとコジモ・ノーフェリの 『苦心の建築』

ガリレオの学問的遺産を継承したグループは、従来まずアッカデミア・デル・チメントであるとされてきた。ヴィヴィアーニやジョヴァンニ・アルフォンソ・ボレッリ (1608-79)、フランチェスコ・レーディ (1626-97) からガリレオの弟子や追隨者たちが加わったこのアカデミーは、確かに実験を中心とした自然現象の研究を積極的に推し進めた。しかしその一方で、ガリレオが『新科学対話』で提案した、日常的な技術と科学の再統合というテーマにはあまり関心を寄せなかった。この点において、ガリレオの企画に最も忠実であったのは、近年までほとんど存在を忘れられていた、アッカデミア・デッラ・ヴァキア *Accademia della Vachia* (1661-1662) で

(29) パスカルはサイクロイドの発明者をガリレオの友人で支持者でもあるマラン・メルセンヌとした。B. Pacal, *Histoire de la Roulette*, s.l., 1658. ダーティはそれに対してガリレオの発明であると主張して以下を公にした。C. Dati, *Lettera a Filateti di Timauro Antiata. Della vera storia della cicloide, e della famosissima esperienza dell'Argento Vivo*, Firenze, 1663. もっとも実のところサイクロイドはガリレオやメルセンヌ以前からすでに知られていた。

(30) Camerota, *op. cit.*, p. 122. これはもちろん先のプラントの命題の検証上重要な問題であるが、本稿では立ち入らない。

(31) Camerota, *op. cit.*, p. 124.

ある。幸いこのごく短命で小規模のアカデミーの活動の史料は、フィレンツェ国立中央図書館に保存されており、シュリンメの研究によって光を当てられた³²⁾。同アカデミーの文書にはジョヴァン・カルロ・デ・メディチ枢機卿（1611-63）専用の紋章のウォーターマーク入りの紙が使われているものがあり³³⁾、おそらく同枢機卿が庇護者であったと推測できる。主催者で自邸を会場に提供した聖職者オッターヴィオ・デッラ・ヴァッキア（?-1669/70）の名を冠したこの小グループには、数学者・建築家コジモ・ノーフェリ（1635?-1663頃?）、彫刻家ヤーコポ・マリア・フォッジーニ（1610/20-84、後述の有名なジョヴァンニ・バッティスタ・フォッジーニはその甥）、そして2人の建設技師ヤーコポ・ランポーニ（生没年不詳）とジョヴァンニ・ピエロ・チャッケリ（1644-1705以前）が参加しており、実際、メンバーたちの間で討論されたテーマの多くが、建築技術に関わるものだった。

同アカデミーは頻繁に例会を開き、事前に準備された課題についてその担当者が提案をし、その上で他のメンバーが論議をし、対案を出したようである。また注目されるべきは、図面が資料として多用されたことで、明らかにアッカデミア・デル・ディセーニョに代表される、フィレンツェにおける素描の応用技術としての伝統を反映している³⁴⁾。

このアカデミーが取り上げた技術的な課題は、時に実際の具体的な建築企画と関わるものであった。その一例が、フィレンツェのサン・ジョヴァンニーノ聖堂の屋根の改築の課題である³⁵⁾。

アンマンナーティ（1511-92）の設計になるこのイエズス会の聖堂は、

32) Schlimme, *op. cit.* なお同書はアッカデミア・デッラ・ヴァッキア関連史料の書き起こしと図版、解説を含む。

33) *ibid.*, p. 155.

34) フィレンツェにおける素描の応用的性質の伝統とガリレオの関連については拙論を参照されたい。金山, 前掲論文, 2012年。

35) サン・ジョヴァンニーノ聖堂の屋根改築の経緯とその諸提案についてはシュリンメによる。Schlimme, *op. cit.*, pp. 78-87.

バラツツォ・メディチと狭い道を隔てて隣接するため、当初から高度を制限されており、そのためアンマナーティはヴォールト天井を断念し、平天井としていた。しかし1655年、レオポルド・デ・メディチ公（1617-75）らの仲介のおかげで、イエズス会は同聖堂の天井をヴォールトに改築する許可を出した。実際の工事は1660年から65年までの間に行われ、聖堂には新たなヴォールト天井が架けられ、その上を覆う新たな屋根も設けられた。

アカデミア・デッラ・ヴァキアでは、直接の名指しはないものの、明らかにこの屋根の架け替えを扱った二つの課題について検討がなされている。この聖堂の旧来の天井と屋根は、平天井の上にトラスの屋根組を載せたものだった。平天井の代わりにヴォールトを架けた場合、当然ながら旧来の屋根組が占めていたスペースに張り出してしまふ。それに応じて同アカデミーが検討したのは、まずは既存の壁体を利用しつつもヴォールトの上に新たな屋根組を設ける課題である。本来トラス構造の屋根組は、2本の垂木の最下端に梁を渡し、ちょうど三角形の形式をとる。ところがこの聖堂の場合、張り出したヴォールトのため、この位置に梁を渡すことができないのである。この課題に対し、会員たちは複数の解答を示したが、最も力学的に優れているのは、梁を三角形の底辺ではなくより上部に設ける、当時イタリアで「三脚屋根組 *capra*」と呼ばれていた形式の応用案であった（図3）。しかし問題は決着せず、同アカデミーはもう一つの課題を検討している。そこでは、既存の屋根をそのまま利用するという前提が追加された。既存の屋根と新たなヴォールトの隙間は狭く、先の三脚屋根組は実現不可能となる。この課題に対しても複数の解答が示されたが、力学的に優れているのは、数学者と思われるドメニコ・フォンターニ（生没年不詳）が提案した、既存の2本の垂木に交差する2本の筋交いを挿入するというものであった（図4）。しかし聖堂の実際の屋根は、前提とは異なり、旧来の屋根を再利用せず、完全な架け替えがおこなわれた。それにも関わらず実施された屋根組の形式は、明らかにフォンターニ案と類似しており（図5）、類例のない形式であることから、アカデミーの提案が反映されて

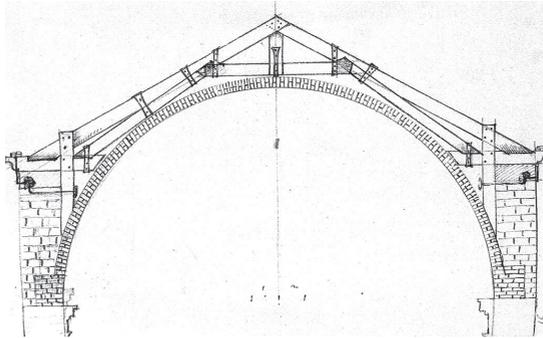


図3 サン・ジョヴァンニーノ聖堂の屋根組, 逸名案

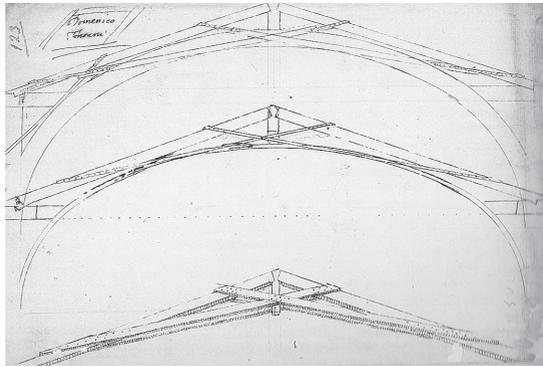


図4 サン・ジョヴァンニーノ聖堂の屋根組, ドメニコ・フォンターニ案

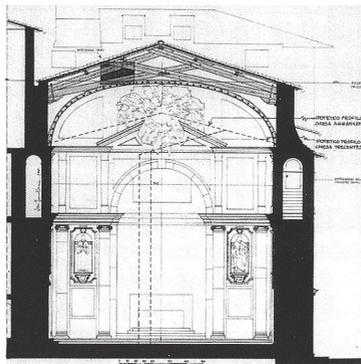


図5 サン・ジョヴァンニーノ聖堂の断面図

いると考えられる。つまりアッカデミア・デッラ・ヴァキアは、事実上、「新科学」の実際の技術の現場への応用に成功していたといえるだろう。

この小アカデミーの、とりわけ建築技術に関する取り組みの中核となったのが、コジモ・ノーフェリである。ノーフェリについてはほとんど知られておらず、彼がおそらく数学者であり、1660年に放物線について論じた小冊子を出版していることが知られている程度である³⁶⁾。1654年のヴィヴィアーニ宛のある書簡にノーフェリの名が記されており³⁷⁾、ガリレオの直接の弟子ではないものの、その追随者で、ヴィヴィアーニとも知り合いであったことは確実である。ノーフェリは12篇の原稿を残しており、その中には大半を占める幾何学や図学関係のものとともに、ガリレオの著作選集、築城論、そして建築を扱った『苦心の建築 *Architettura Travagliata*』という原稿が含まれている³⁸⁾。この建築論は図版を含め、ほぼ出版直前の状態といえ、おそらく1662年頃に完成したものと考えられる。全体は4書で構成され、第1書は「良き建築家」の要件を論じ、また基礎や骨組み、ヴォールトなどの技術について具体的に論じている。そこには前述のアッカデミア・デッラ・ヴァキアでの経験が明らかに活かされており、たとえば各種屋根組の図は、前述の経緯の総括ともいべきものとなっている(図6)。第2書は橋梁、第3書は治水、そして第4書は水道を扱っている。アッカデミア・デッラ・ヴァキアの活動とも呼応するその内容は、伝統的なオーダー論中心の建築論とは全く対照的に、技術的な問題のみを扱っている。ノーフェリ自身、読者への序言の中で次のように言明している。

「建築については多くが書かれてきたが、外観の見てくれに属する部分、つまり装飾についてだけであった。そこで私はすべての事柄についてその

³⁶⁾ C. Noferi, *Opusculum Geometricum in quo proportionis parabolaram cum diversis superficibus enucleatur doctrina [...]*, Firenze, 1660.

³⁷⁾ A. Pellicanò, *Da Galileo Galilei a Cosimo Noferi verso una Nuova Scienza. La Travagliata Architettura. Un inedito trattato galileiano nella Firenze del 1650*, Firenze, 2005, p. 25, n. 1.

³⁸⁾ この草稿の書き起こしは以下。Pellicanò, *op. cit.*, 2005.

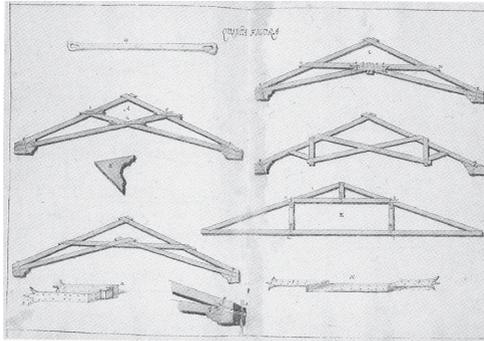


図6 ノーフエリによる屋根組の図

根本原理をもって論じたいと思う』⁽³⁹⁾

建築の技術的な問題に特化した著述としては、フランスのル・ミュエの先例があるが⁽⁴⁰⁾、イタリアの建築書においてこのような試みは革新的であった。またノーフエリはどうかやアッカデミア・デル・デイセーニョなどでの教育にこの著作を利用する意図をもっていたようで、とりわけ図版は、貼り込みのものを含めかなり入念に作成されている。もしノーフエリの草稿が出版されていれば、アッカデミア・デッラ・ヴァキアの活動の成果と理念をより広く普及させることができたはずである。

しかし残念なことに、庇護者のジョヴァン・カルロ枢機卿は1663年に亡くなり、時期は不明だがノーフエリも若くして世を去り（1663年までの生存はわかっている）、結果としてアッカデミア・デッラ・ヴァキアの技術刷新の試みは終わりを迎え、ノーフエリの著作の出版も果たされなかった。今日伝わる同アカデミーの史料やノーフエリの草稿は、おそらくヴィヴィアーニの手を経、その弟子の建築家ジョヴァンニ・バッティスタ・ネッリ（1661-1725）が所有していたものである⁽⁴¹⁾。ヴィヴィアーニらの活動につ

⁽³⁹⁾ *ibid.*, p. 137.

⁽⁴⁰⁾ P. Le Muet, *Manière de bien bastir pour toutes sortes de personne*, Paris, 1623.

いては次に述べるが、彼らはガリレオの業績の学問的な発展にこそ大いに熱心だったものの、その技術への応用については関心が乏しかった。かくしてフィレンツェは科学革命と建築技術を結びつけることにやがて遅れをとり、ロンドンとパリのアカデミー、そして18世紀ヴェネツィアにおけるカルロ・ロードリ（1690-1761）とその弟子たちの活動に主役の座を譲るのである。

4. ガリレオの名の下に

——フィレンツェ大聖堂ドームの亀裂をめぐる論争

ガリレオの弟子や後継者たちの中でも、「最後の弟子」を公称するヴィヴィアーニは、今日何よりも最初のガリレオの伝記の作者として、また「ヴィヴィアーニの定理」や「ヴィヴィアーニの曲線」に名を残す数学者として知られている。ヴィヴィアーニ自身は終生純粹数学に専念することを望んでいたが、彼の実際の職務は、おもに技師や建築家であった⁽⁴¹⁾。1645年には、当時トスカーナの建築行政を管轄していたゲルフ党の職に就き、その死に際して同組織の筆頭技師に任じられている。また「アルノ河と他の河川の技師」にも任命されており、治水も彼の職務であった。さらに1648年には、トッリチェッリの死にもなつてアッカデミア・デル・ディセーニョの数学講師に選出され、これも最期まで続けることになる。

1694年1月、ヴィヴィアーニは大公コジモ3世（1642-1723）から、フィレンツェ大聖堂の名高いブルネッレスキ設計のドームに生じた2つの亀裂に関して、それから予想される倒壊の危険を防ぐ措置を講じるよう命令を受けた。以後ヴィヴィアーニと建築家アレッサンドロ・チェッキエーニ

(41) Schlimme, *op. cit.*, p. 62.

(42) ヴィヴィアーニの経歴についてはとりわけ以下。M. L. Bonelli, “L’ultimo discepolo: Vincenzo Viviani”, *Saggi su Galileo Galilei*, C. Maccagni, ed., Firenze, 1972, pp. 656-688. M. Condello, “Eredità galileiana: Viviani, Nelli, Foggini e la costruzione del palazzo ‘dei Cartelloni’”, *Architetti e costruttori*, *cit.*, 2010, pp. 158-183 (159-164).

(?-1710頃)との間で交わされた論争は、『新科学』で示された新しい力学原理の弟子たちによる応用の最たる例となる⁽⁴³⁾。

大聖堂ドームの亀裂の発生は古く、17世紀半ばには建築家ゲラルド・シルヴァーニ(1579-1675)がそれに気付いていた⁽⁴⁴⁾。しかし事態が進展しはじめるのは、1691年に大聖堂造営局の技師ベルナルディーノ・ポッシが警告を発してからで、早速調査がおこなわれ、大公の技師としてヴィヴィアーニも参加、翌1692年に調査報告書を出版している⁽⁴⁵⁾。

ヴィヴィアーニは当初、当時の常識として、アーチ架構に固有の外側方向への力が亀裂の原因と考えた。ドームやアーチの外方向への推力はこの種の構造に固有の弱点として経験的によく知られており、その補強のためには、カテーナと呼ばれる金属や石、または木製の連結具で締め付ける方法や(図7)、タイブーム(引張材)を用いて引き締める方法などが知られていた。17世紀当時も、すでにローマのサン・ピエトロ大聖堂などで、鉄製カテーナを用いた補強がなされており、ヴィヴィアーニもそのことを承知していた。またヴィヴィアーニの先輩格トッリチェッリも、ウフィツィの柱廊で亀裂を生じた円柱の補強のために用いられたカテーナに力学的関心を示しており、トッリチェッリの遺稿も受け継いでいたヴィヴィアー

(43) フィレンツェ大聖堂ドームの亀裂をめぐる論争については、とりわけ以下。

P. Galluzzi, “Le colonne «fesse» degli Uffizi e gli «screpoli» della cupola. Il contributo di Vincenzo Viviani al dibattito sulla stabilità della Cupola del Brunelleschi (1694-1697)”, *Annali dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze*, Anno II, 1977, pp. 71-111. L. Barbi, F. P. Di Teodoro, “1695-1698: i rilievi di Giovanni Battista Nelli per la cupola di Santa Maria del Fiore”, *Rivista d'arte*, Anno XLI, ser. 4, vol. V, 1989, pp. 57-111. また論議の経緯の概要は、建築家ネッリの息子ジョヴァン・バッティスタ・クレメンテ・ネッリ(1725-93)により、以下にまとめられている。Giovanni Battista Clemente Nelli, *Discorsi di architettura*, Firenze, 1753.

(44) 大聖堂ドームの亀裂の今日にまで及ぶ歴史的経緯については以下。G. Fanelli, M. Fanelli, *La Cupola di Brunelleschi. Storia e futuro di una grande struttura*, Firenze, 2004, pp. 223-227.

(45) V. Viviani, *Formazione e misura di tutti i Cieli, [...]*, Firenze 1692.

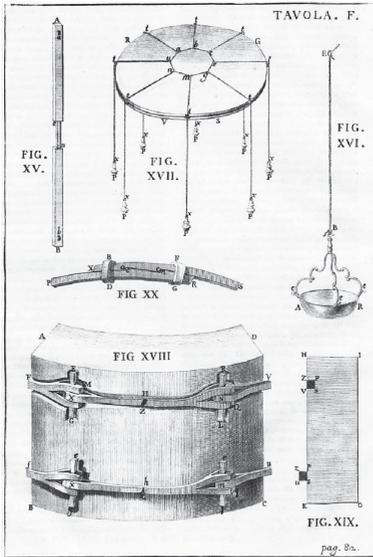


図7 ポレーニ (1748) によるカテーナの図

ニはそのことを知悉していた。かくしてヴィヴィアーニはカテーナによる補強を基本方針とし、さらに友人で、ローマ在住のパオロ・ファルコニエーリ (1634-1704) にサン・ピエトロ大聖堂の事例についての詳細を問い合わせた。

1696年にはサン・ピエトロの工事にも携わったローマの高名な建築家カルロ・フォンターナ (1638-1714) の賛同も得られ、4層のカテーナを設置する案の採用が決まる。造営局の責任者はヴィヴィアーニの弟子で友人のジョヴァン

ニ・バッティスタ・ネッリであり、さらに建築家として彫刻家ジョヴァンニ・バッティスタ・フォッジーニ (1652-1725) も加わった。かくしてヴィヴィアーニの提案に従い、カテーナ用の金具の制作が開始された。

ところがこの段階で事態が急転する。匿名の抗議があり、その小冊子まで出版され、造営局側に動揺が広がる。実はこの抗議は、ヴィヴィアーニのかつての弟子であり、やはりガリレオの影響を受けた建築家アレサンドロ・チェッキーニによるものだった⁽⁴⁶⁾。

ヴィヴィアーニとチェッキーニは、そもそもドームの亀裂を生じさせた原因についてまったく異なる認識をしていた。ヴィヴィアーニらは、ドームやアーチの力学的弱点についての伝統的理解の図式に基づき、上部のランタンやドーム自体の重量によって外に開く力が原因と考えた。一方、チェッキーニは、独自の観察に基づいて、むしろ古くからの基礎の沈降によ

(46) チェッキーニの2篇の小冊子はクレメンテ・ネッリの編著に所収。Nelli, *op. cit.*, pp. 75-103.

って生じた内側に傾く力こそが原因と考えた。その場合カテーナによってドームを引き締めることは、内側へ倒れ込む力を増やし、かえって倒壊の危険を増すことになってしまう。真っ向から異なる両見解であったが、この点に関する限りは、まだ『新科学対話』の力学的モデルは導入されていない。ただヴィヴィアーニは、亀裂の進行状況の再調査のために、まさしくガリレオ的な実験主義的方法を提案した⁴⁷⁾。

両者によって『新科学対話』の力学的モデルが積極的に用いられたのは、むしろ副次的な、カテーナ自体の力学的有効性に関する議論においてであった。

同一素材の構造物において規模と耐久力は正比例ではないという、ガリレオの単純明快な指摘を論拠とするチェッキーニは、たとえ大聖堂のドームにカテーナを填めるとしても、より小規模のドームの例に基づくその金属製部材の厚みでは不十分で、はるかに厚い部材が必要であり、それは施工が非常に困難だと批判した⁴⁸⁾。対するヴィヴィアーニは、『新科学対話』第4日における、滑車と梃子の原理を応用した主張を根拠に反論する⁴⁹⁾。しかし第4日に述べられた理論だけでは不十分であると認めたヴィヴィアーニは、さらにトッリチェッリの理論を援用する。前述のように、トッリチェッリはウフィツィにあった鉄製カテーナによって補強された円柱について、巨大な荷重で亀裂を生じた円柱を、なぜ薄い金属板で締め付けることで補強可能なのかについて考察した。そして彼はガリレオ同様の幾何学的解析を用い、円柱の縦方向の亀裂の幅が小さなものであれば、それに釣り合う力もその亀裂を生じさせた荷重と比べてごく小さなものであると論証した⁵⁰⁾。ヴィヴィアーニはこのトッリチェッリの理論を利用して、

(47) Galluzzi, *op. cit.*, pp. 89, 105-106, doc. 4.

(48) Clemente Nelli, *op. cit.*, pp. 88-89.

(49) Galluzzi, *op. cit.*, pp. 90, 107, doc. 6. *Le opere, cit.*, VIII, pp. 310-313. 今野・日田訳, 前掲書, 下, pp. 218-222.

(50) トッリチェッリによる亀裂を生じた円柱のカテーナによる補強の力学的解析については以下。Galluzzi, *op. cit.*, pp. 94-97. Schlimme, *op. cit.* pp. 69-71.

大規模なドームの大きな荷重に対しても、亀裂がまだ小さければ、薄い金属製カテーナによる抵抗力で十分であると考えた。

しかしながら、結局この論争は、うやむやのうちに収束する。大聖堂造営局の責任者ネッリはチェッキーニの基礎沈降原因説が正しいという可能性を否定し切れず、ヴィヴィアーニもやむなくそれに同意する。そしてさらなる実験により亀裂を生じさせた力が減衰し再びドームが安定したことが確認されると、カテーナによる補強案は破棄されるに至る。後の18世紀半ば、前述の数学者ポレーニはこの論争を文献で検証し、チェッキーニの小冊子の主張を批判しながら、やはりドームの自重により生じる外方向の力が亀裂の原因で、カテーナによる補強策が正しいと結論づけた⁵¹⁾。また現代の調査においても、この原因は確認されている⁵²⁾。

ガリレオの理論を駆使したその弟子たちによる論争は、少なくとも表面的には、単なる空騒ぎ、大山鳴動に終わったかの感がある。しかしすでにヴィヴィアーニ自身やフランスのブロンデルらによって着々と進められていたガリレオの命題のさらなる検討と定式化の中で、実際の建築の修復を巡るこの議論は、理論と実践を結びつける過程における、非常に重要な一段階であったということができよう。

5. ガリレオ称揚のための「書物としての建築」

——パラッツォ・デイ・カルテッローニ

ヴィヴィアーニは、ガリレオの弟子たちの中でも、とりわけ師の称揚に力を注いだ人物であった。ヴィヴィアーニはガリレオの晩年に仕え、また師の没後に高弟トッリチェッリやベネデット・カステッリ（1578-1643）、そしてガリレオの息子ヴィンチェンツォ（1606-49）も相次いで没する中、若くして師の学問的遺産とともに、有名な裁判以後の名誉回復という社会的責務も引き受けることになった。ガリレオの墓廟は、ようやく1737年に

51) Poleni, *op. cit.*, pp. 103-105.

52) Fanelli, *op. cit.*, p. 226.

なってサンタ・クローチェ聖堂にミケランジェロの墓廟と向かい合って設置されるが、その実現に終生努力を傾けたのがヴィヴィアーニであった。

ヴィヴィアーニは、師の埋葬記念碑の実現を早くから企てていたが、おそらく教会の異議によって難航し、顕彰の他の方法を模索していた。その結果がヴィヴィアーニの自邸パラッツォ・ヴィヴィアーニのファサードの新設である⁵³。大聖堂ドームの件同様、建築家ネッリとフォッジーニを加えた3人の手により、「パラッツォ・デイ・カルテッローニ貼り紙の館」と通称されるようになる、フィレンツェでは前例のない奇妙なファサードが実現されることになる（図8・9）。

この邸はヴィヴィアーニが1684年から86年にかけて買収した2軒の家屋をつなげたもので、当初より彼は単一のファサードに改修する意図もっていた。1686年から97年まで工事がおこなわれたが完成にはいたらず、ヴィヴィアーニとネッリの没後、ネッリの息子のクレメンテ・ネッリにより1725年に工事が再開され、最終的な完成は1772年であった。もっとも肝心の部分、フォッジーニによりカッチーニの原型を基に制作されたガリレオの胸像とその業績を表したレリーフ、そして巨大な二つの「カルテッローニ貼り紙」はすでに完成し、1694年5月に公に披露されていた。

このファサードの最も異例な点は、その「貼り紙」を埋め尽くす、ガリレオの業績を称揚する長文のラテン語銘文である⁵⁴。君主の胸像をファサードに飾ることは16世紀以来のフィレンツェの伝統であったし、学者の胸像についても、「パラッツォ・デイ・ヴィザッチ（顔の館）」とあだ名されるパラッツォ・ヴァローリ・アルトロヴィーティのファサードにおける、学者や航海者、歴史家や詩人たちの15体のヘルメス柱像の先例がある⁵⁵。

53) このファサードについては以下。R. Lunardi, O. Sabbatini, *Il rimembrare delle passate cose. Una casa per memoria: Galileo e Vincenzo Viviani*, Firenze, 2009. Condello, *op. cit.*, 2010.

54) 「貼り紙」の銘文全文の書き起こしと伊語訳は以下に所収。Lunardi, Sabbatini, *op. cit.*

55) パラッツォ・ヴァローリ・アルトロヴィーティについては以下。D. Smalzi,



図8 パラッツォ・ヴィヴィアーニ（デイ・カルテッローニ）のファサード

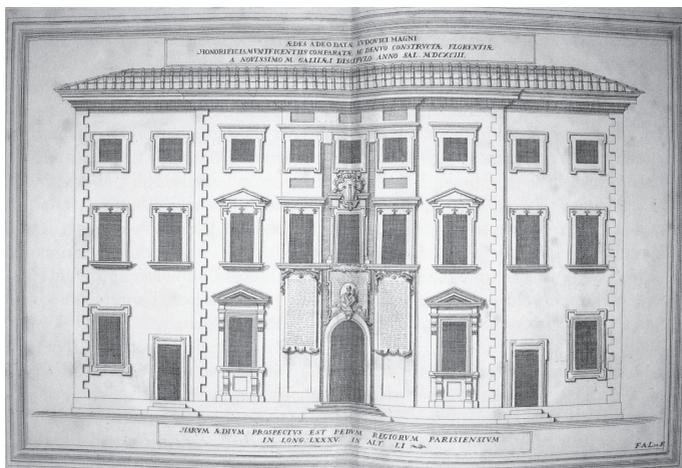


図9 パラッツォ・ヴィヴィアーニ，ヴィヴィアーニ（1701）の挿図

しかしこれほどのテキストが建築の表面に刻まれた先例はない。銘文は向かって左がガリレオの科学的業績を、右がその人格と道徳を称える内容となっている。これは墓廟の形式を想起させる。後に実現されたガリレオの墓廟を含め、伝統的な墓廟においては中央上部の故人の像を故人の美德を表す2体の寓意像で挟むのだが、ヴィヴィアーニ邸のファサードはその寓意像を明示的なテキストに置換したもののように思われるのである。

この特異なファサードについて、しばしば「語る建築」との評価がなされてきた。しかし建築史家カウフマンが提唱した「語る建築」は、本来18世紀フランスのルドゥー（1736-1806）の建築のような、その形式が機能を明白に示す事例を意味している⁵⁶。その意味では「貼紙の館」は「語る建築」とはいいがたい。そもそも住宅という本来の機能と、ファサードの形式には特に結びつきはなく、その明示的なメッセージは、建築の形式ではなくテキストによって表明されている。この点では、「書かれた建築」、*「石の書物」*という評価の方がよりの確であるといえよう⁵⁷。

実際、ヴィヴィアーニはこのファサードの図版と銘文の書き起こしを出版しており⁵⁸、ファサード本体も師ガリレオ顕彰のための恒久的な「石の出版物」として性格づけられていたのは間違いないだろう。この点、デッツィ・バルデスキは、ガリレオらによる自然科学の革新を歴史科学において敷衍するものとして、ルドヴィコ・アントニオ・ムラトーリ（1672-1750）の史料批判重視の新たな歴史学や、アントン・フランチェスコ・ゴリー（1691-1757）による新たな考古学の台頭を挙げ、その傾向と「史料

Palazzo dei Visacci, XV-XX secolo, Firenze, 2012.

(56) E・カウフマン『理性の時代の建築——フランスにおけるバロックとバロック以後』白井秀和訳、中央公論美術出版、1997年。

(57) M. Dezzi Bardeschi, “Archeologismo e neoumanesimo nella cultura architettonica fiorentina sotto gli ultimi Medici”, *Kunst des Barock in der Toskana*, Firenze, 1976, pp. 245-267 (246). Condello, *op. cit.* pp. 178-179.

(58) ヴィヴィアーニは銘文をまずは以下の巻末に収録して出版した。V. Viviani, *De locis solidis, [...]*, Firenze, 1701. 次いで銘文のみをパンフレットとして出版している。V. Viviani, *Grati animi monumenta [...]*, Firenze, 1702.

としての建築」の結びつきを示唆している⁵⁹。付け加えるなら、『星界の報告』を数ヶ月で出版し、新発見の先陣争いに勝利した師ガリレオの事例もまた、ヴィヴィアーニのこの「書物としての建築」の着想に影響を与えたはずである。

ヴィヴィアーニ邸は、確かに広告塔のような新たな機能とそのための新たな形式——あるいはテキストとの結びつき——の実現として評価できる。しかし一方で疑問も禁じ得ない。この建築ではガリレオとその業績がモチーフとはなっているが、この数学者が示した新たな科学的モデルが建築そのものの技術や意匠に反映されているわけではない。同時代においても、たとえば透視図法を応用した建築における一種のアナモルフォーズといえる、いわゆる「歪像建築 (architettura obliqua)」や、グアリーノ・グアリーニ (1624-83) の建築など、幾何学と構造や造形の新たな結びつけの大胆な例が見られる。ところがヴィヴィアーニには、そしてまたおそらくネッリにも、科学と建築のデザインを積極的に結びつけようとする意図はどうかや欠けているのである。前述のノーフェリも、建築の美の要件を意図的に度外視していた。これらの態度は、たしかに近代的な専門特化、悟性と感性の分離という点で18世紀の啓蒙主義や合理主義に先駆けているが、建築造形や建築様式の評価という観点からは、不満の残るものといえよう。

6. 新たな造形への示唆

——サント・ステーファノ・アル・ポンテ聖堂の改修

パラッツォ・デイ・カルテッローニの事例では、その造形にガリレオの数学や力学の応用を見ることはできなかった。この点で、時代は遡るものの、ガリレオや彼に代表される図法幾何学のイメージが、具体的な建築造形と結びついている可能性のある例を紹介したい。それがフィレンツェのサント・ステーファノ・アル・ポンテ聖堂の改修である⁶⁰。

⁵⁹ Dezzi Bardeschi, *op. cit.*

⁶⁰ サント・ステーファノ・アル・ポンテ聖堂とその17世紀の改修についてはと

ポンテ・ヴェッキオにほど近いこの聖堂の創建は12世紀初めに遡る。その後いく度も改修を経たが、とりわけ大きなものが、近隣に住むアントン・マリア・バルトロメイ侯爵が出資した1631年からの改修であった。侯爵の没後もその遺族によって引き継がれたこの改修によって、聖職者席とクリプタを含む内陣が大きく改変された(図10・11)。建築家については、数学者で水道工学者であるアンドレア・アッリゲッティ(1592-1672)の名が史料に記載されている⁶¹⁾。このアッリゲッティは、大公フェルディナンド2世に建築総監督(Soprintendente Generale delle fortezze e fabbriche)として仕えていたが、ガリレオにパドヴァで師事した数学者ベネデット・カステッリの弟子であり、ガリレオ自身とも親交があった⁶²⁾。前述のサイクロイドの研究へのガリレオの貢献についてダーティに証言したのもこのアッリゲッティであった⁶³⁾。また施主のバルトロメイも建築の愛好家であり、彼の意向の反映も常に指摘されている。

この改修により、聖堂内部の形式は以前にも以後にも類例のない特異なものとなった。アーチ、ニッチ、円柱など、本来曲線で構成されるべきすべての要素が、直線だけで構成されているのである。また一部の面はプリズム状の切子面に分割されている。

同時代人も「^{カブリッチョーザ}奇想的」もしくは「奇妙」と評したこの形式であるが、一義的にはバルトロメイ家の紋章に着想を得ている。同家の家紋は、百合と

りわけ以下。A. Spagnesi, *Santo Stefano al Ponte Vecchio*, S. Pacciani, ed., Firenze, 1999. M. Bevilacqua, "Santo Stefano al Ponte", *Firenze e il Granducato*, cit., pp. 398-399, scheda 56. A. Rinaldi, "I dilemmi dell'architettura fiorentina tra Pietro da Cortona e Galileo", *Firenze milleseicentoquaranta. Arti, lettere, musica, scienza*, E. Fumagalli, A. Nova, M. Rossi, ed., Venezia, 2010, pp. 89-115 (104-110).

(61) M. Forlani Conti, "La ristrutturazione seicentesca della chiesa di Santo Stefano", *La comunità cristiana fiorentina e toscana nella dialettica religiosa del Cinquecento*, Firenze, 1980, pp. 277-283 (279, 281).

(62) アッリゲッティについては以下。M. Gliozzi, "Arrighetti, Andrea", *Dizionario biografico degli italiani*, IV, Roma, 1962.

(63) Dati, *op. cit.*, p. 4.



図10 サント・ステーファノ・アル・ポンテ聖堂, 内陣



図11 サント・ステーファノ・アル・ポンテ聖堂, クリプタ

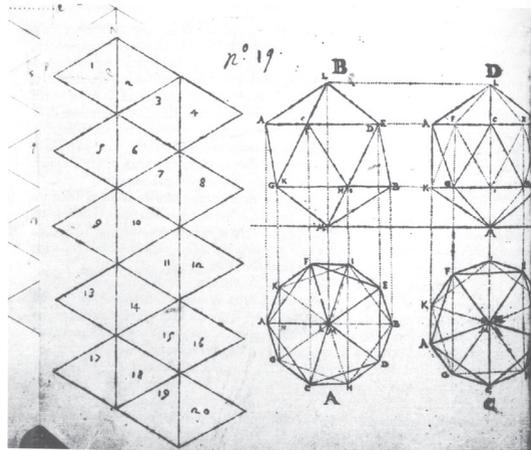


図12 チーゴリによる正多面体の展開図

チェック（碁盤縞）の組み合わせからなり、百合の装飾をあしらった特異な切子面はまさにその建築への応用なのである。さらにクリプタに見られる多角形の角柱の意匠には、リナルディが指摘するように⁶⁴、ダンテとペトラルカの中世への憧憬の念が、中世の建築様式の再評価のかたちで表れていると見ることもできるだろう。

しかしそのような紋章学的動機や歴史主義を超えて、直線と切子面だけで構成された建築空間は、高度に抽象的な立体図形のイメージを想起させる。実際、前述のコッカパーニによるアッカデミア・デル・デイセーニョでの教程でも、多面体やその展開図が扱われていた（図12）。アツリゲッティもそれらに通じていたはずで、彼はおそらくは施主の侯爵の意向を汲みつつ、紋章の形式を出発点に、それを幾何学的に整合性のある形状にまとめあげたのであろう。

この例をもってガリレオの直接の影響ということは難しく、むしろガリレオ自身をも育てた図法幾何学重視の美術教育にその根源を求めるべきか

⁶⁴ Rinaldi, *op. cit.*, pp. 105-106.

も知れない。ただこのように極端に幾何学性を強調した造形が、ガリレオの成功によって一層盛んになったフィレンツェの数学研究とその美術への応用に触発されたこと、つまり少なくともガリレオの間接的な影響を受けていることは間違いないだろう。アッリゲッティだけでなく、バルトロメイ侯爵もまたガリレオの称賛者であり、この特異な造形には、自らの家門の称揚や中世の伝統への敬意だけでなく、ガリレオが示した新たな科学のヴィジョンへのある種素朴な共鳴が反映されているのではないだろうか。

7. 「実験主義」の古代建築研究への応用 ——オッターヴィオ・ファルコニエーリ

ガリレオの影響は応用数学や力学の分野に留まらない。彼の「実験主義」もまた自然科学や技術の分野に幅広く大きな影響を及ぼした。そしてその建築技術への導入の試みは、すでにアカデミア・デッラ・ヴァキアや大聖堂ドームの補強をめぐる論議の例に見たとおりである。

しかし先行研究でもほとんど注目されていないのが、古代建築の研究、つまり今日の考古学の分野における「実験主義」の影響である。古代建築の問題は、直接的には同時代建築と関わらないものの、その美的側面には、ことによると技術的問題以上に大きな影響を与えたはずである。

考古学におけるガリレオ主義の唱道者は、オッターヴィオ・ファルコニエーリ（1636-75）であった⁶⁵。ファルコニエーリ家はフィレンツェ出身でローマにおいて大きな経済的成功をおさめた一族で、フィレンツェの市民権を保持し、トスカーナ大公の臣下でもあった。オッターヴィオはおもに聖職者として経歴を歩んだが、十代にしてすでに文学の才能を認められ、天文学にも関心をもっていた。やはりフィレンツェ出身の貴族で知識人として名高いロレンツォ・マカロッティ（1637-1712）は少年期以来の親友

⁶⁵ オッターヴィオ・ファルコニエーリの経歴については、とりわけ以下。

Lettere di Ottavio Falconieri a Leopoldo de' Medici, L. Giovannini, ed., Firenze, 1984, pp. 26-42.

であった。オッターヴィオはローマでクリスティーナ女王（1626-89）周辺のサークルの一員として活動する一方、1656年にはフィレンツェのアカデミア・デル・チメントに加入し、翌1657年には現在も続く同地の文学・言語アカデミー、アッカデミア・デッラ・クルスカの会員ともなる。またレオポルド・デ・メディチ枢機卿に登用され、古代遺物を中心に蒐集活動のコンサルタントの役割を果たした。このように優れた力量の持ち主であったオッターヴィオであったが、1675年に急逝してしまう。

聖職者であり、「禁書目録」の検討委員会にも所属していたオッターヴィオであったが、1660年にはアリストテレス主義への訣別をソネット「逍遙学派への訣別 *Abiurazione del Peripaticismo*」で表明、ガリレオの学説への転向を公にした。そしてダーティに宛てた1661年の書簡において、オッターヴィオは自身の古代遺物研究の方法がガリレオの実験に示唆を得たことを言明した。オッターヴィオはこの書簡を、『オッターヴィオ・ファルコニエーリのカルロ・ダーティ氏宛書簡。1661年のパンテオンの柱廊修復に際して、倒壊した古代の壁の遺構から発掘されたある煉瓦の銘文について』という題名の下、もう一篇のカイウス・ケスティウスのピラミッドについての論考とともに、ファミアーノ・ナルディーニ (?-1661) の古代ローマ地誌の遺稿『古代ローマ』との合本として1666年に出版した⁶⁶⁾。

オッターヴィオはこの書簡の中で次のように述べている。

「ゆえに、学問や諸芸術を完成させるものは概ね、周知の知識ではなく、最も隠された、最もかけ離れた知識のなかにあります。そしてそれはしばしばあまり考察されていない事柄の究明によって得られるのです」⁶⁷⁾

その種の探求の実例として、オッターヴィオは、「我らの祖国の輝かしい光明」ガリレオが、ピサ大聖堂に吊されたランプの動きを観察し、やが

66) F. Nardini, *Roma antica di Famiano Nardini [...]*, O. Falconieri, ed., Roma, 1666.

67) *Roma antica di Famiano Nardini. Edizione quarta romana, [...] con note ed osservazione di Antonio Nibby*, tomo IV, Roma, 1820, p. 44.

て振り子の運動法則を解明したことを挙げる⁶⁸⁾。そしてオッターヴィオ自身も、パンテオンの側から発掘された一煉瓦片に見出された銘文から、この古代ローマ建築を代表する遺構の建設年代について考察を進める。

ガリレオ自身が必ずしも「実験主義」者ではなく、実験は単なる作業仮説の証明手段であり、それどころか実験自体がおこなわれなかったことさえあったという事実は、科学史家たちからしばしば指摘されている⁶⁹⁾。しかしガリレオがトスカーナにおいて「実験主義」の開祖と位置づけられていたのは確かである。また煉瓦のような、伝統的に低い地位におかれていた機械的技芸に関わる問題と科学を再統合するという意思も、間違いなく『新科学対話』からファルコニエーリが学んだものであったろう。かくしてガリレオの影響の下、ファルコニエーリの古代への関心は、日常的で些細な事柄を観察することから出発して真理を究明しようという、より近代的科学的な知の方法へと発展したのである。その意味において、彼は近代的な考古学の先駆者の一人といえるだろう。そしてその成果である書簡は、厳密な史料批判に基づくナルディーニの古代ローマ地誌とともに、近代考古学成立後の19世紀まで版を重ねることになる。

オッターヴィオ・ファルコニエーリによる考古学分野での実験主義は、直接には同時代の建築とあまり関係がないように思われるかも知れない。しかしいわゆる古典主義の立場の建築家たちは元より、盛期バロックの代表者たちさえ、古代建築とそのさまざまなイメージを重要な着想源にしていたという事実を想起するならば、古代建築そのものの評価や解釈の革新は、当然それに基づく建築意匠にさえ波及効果を及ぼしたはずである。実際、バルニーニやボッロミーニは、しばしば古代建築そのもの以上に、G・B・モンターノ（1534-1621）やG・ラウロ（?-1650以前）らによる、多分に空想的恣意的な古代建築の復元想像図に頼っていた⁷⁰⁾。ファルコニ

⁶⁸⁾ *ibid.*, p. 45.

⁶⁹⁾ ガリレオの「実験」への疑問の代表例としては以下。アレクサンドル・コイレ『ガリレオ研究』菅谷暁訳、法政大学出版社、1988年。

エーリが新たに提示した実証的な古代のイメージは、バロックの着想源であったキメラ的な空想の古代に終止符を打ったのである。

オッターヴィオによるガリレオ主義の古代建築研究への応用は、また彼の兄パオロ・ファルコニエーリによって、より直接的に実際の建築と結びつけられた可能性もある。

2歳年長の兄パオロは、マガロッティとの親交、フィレンツェやローマの諸アカデミーとの関係など、多くの点で弟と軌を一にしている⁽⁷⁰⁾。パオロもまたガリレオの信奉者であり、その著作を所有し、アッカデミア・デル・チメントの一員であった。大きな違いとして、聖職者の道に進んだ弟に対し、パオロは宮廷人の経歴を歩んだ。またもう一つの大きな違いが、オッターヴィオが建築実務には関与しなかったのに対し、パオロの方はディレッタントの建築家として積極的に活躍したことである⁽⁷¹⁾。

パオロの建築に関わる活動は、非常に特徴的である。彼は施主の立場で普請に興ずるのではなく、かといって自ら直接に設計を引き受けることも少なく、コンサルタントや建築家と施主の仲介役、建築家の仕事の第三者的な評価者としての関与が多い。すでにヴィヴィアーニからサン・ピエトロ大聖堂の事例の情報収集を依頼されたことには触れた。自身の設計の例は、フィレンツェのパラッツォ・ブッチのファサードなどわずかであるが、彼がピッティ宮の増改築のために提案した計画を含め、同時代の文献には

(70) 古代建築の復元想像図とローマ盛期バロック建築の関連については以下の拙論を参照されたい。金山弘昌『『古代ローマの都の光輝』——17世紀ローマにおける古代建築復元想像図の版画集とそのバロック建築への影響』『紀要』（日本橋学館大学）、第5号、2006年、pp. 49-70。

(71) パオロ・ファルコニエーリについては、とりわけ以下。D. Frascarelli, *Paolo Falconieri tra scienza e arcadia. Le collezioni di un intellettuale del tardo barocco romano*, Roma, 2012.

(72) パオロ・ファルコニエーリの建築への関与についてはとりわけ以下。*Firenze e il Granducato*, cit., pp. 405, 416, 420-421, 627. Frascarelli, *op. cit.*, pp. 36-37. 金山弘昌「パオロ・ファルコニエーリと一六八一年のピッティ宮改修計画案」『美術史』第147冊、1999年、pp. 96-108。



図13 パラッツォ・プッチ，ファサード

よく取り上げられ、パオロの建築家としての名声は18世紀末まで残る。

またパオロの建築への関与のより具体的な特徴として、アマチュアながらも基礎工事など技術的問題にも深い関心を寄せることが挙げられる。ヴィヴィアーニからの純粹に技術的な調査の依頼に対しても、時間は要したとはいえ、友人でもある建築家カルロ・フォンターナの助言の下、カテーナによるドームの補強例について、サン・ピエトロ大聖堂のみならずサンタ・マリア・イン・ヴァッリチェッラ聖堂などの例も併せて報告書にまとめている⁷³⁾。

ファルコニエーリの建築のもうひとつの特徴として、さまざまな様式の理解と、それらの様式を取捨選択し時に組み合わせる、ある種合理的な歴史主義もしくは折衷主義の傾向が挙げられる。その端的な例がパラッツォ・プッチの事例である⁷⁴⁾ (図13)。1681年以降に実施された、16世紀に

⁷³⁾ P. Falconieri, *Discorso sopra la Cupola di S. Pietro fatto a requisizione dell'Ill.mo Sig.re Paolo Falconieri in Agosto 1695*. Biblioteca Nazionale Centrale Firenze, II-21, (1). Poleni, *op. cit.*, pp. 110-111.

⁷⁴⁾ パラッツォ・プッチについてはとりわけ以下。O. Berto, “Scheda 131 Palazzo Pucci”, *Firenze e il Granducato*, *cit.*, pp. 421-422.

遡る建築群に新たな統一的なファサードを与える任務において、パオロはレオ十世の入市式を記念する旧建物の隅石積みや紋章を残しつつ、アンマナーティを想起させるセルリアーナ窓を中心に配するという、歴史主義的配慮を反映した折衷様式で長大な正面をまとめ上げた。同時代の案内記はファサード中央のセルリアーナにあしらわれたコンポジット・オーダーを特徴に挙げたが⁽⁷⁵⁾、そもそもこのファサード全体が、複数の歴史的様式を意図的に組み合わせたを一種の複合的様式なのである。

このような技術的要因への強い関心や一種の歴史主義というべき態度の背景として、やはり弟オッターヴィオの方法論とその源泉であるガリレオの影響を考えないわけにはいかないだろう。ただし、パオロ自身は建築計画の理念を「デコルム、簡便性、経済性」と述べており⁽⁷⁶⁾、同様に親友マカロッティも宮廷の内情に通じたパオロの建築における「政治」感覚をむしろ高く評価しており⁽⁷⁷⁾、パオロの独特の姿勢にガリレオの実験主義がどの程度まで影響しているかについては、今後さらなる検討が必要だろう。

結びにかえて

——アレッサンドロ・ガリレイの古典主義の一つの起源

これまでガリレオの「新科学」の影響を同時代のフィレンツェの建築に探ってきた。顕著な影響が見られるのはやはり力学に関わる分野であり、この分野では弟子や追従者たちが一定の成果をおさめたものの、結局は他の国々や地域に次の発展段階の主役の地位を譲ることになる。

本稿ではまた、建築造形や様式への影響も検証してきた。もっとも、これまで述べたように、様式面での新科学の影響となると、現段階では間接

(75) R. Del Bruno, *Ristretto delle cose più notabili della città di Firenze*, Firenze, 1689, p. 53.

(76) Biblioteca Moreniana (Riccardiana) di Firenze, Mss. Moreni, 200II, vol. I, c. 131r.

(77) L. Pio, *Lettere italiane di più distinti scrittori, scelte da Luigi Pio*, Parigi, 1807, p. 125.

的な影響の可能性の提示に留まらざるをえない。

そもそも、建築の根本にある工学的側面においてはともかくとして、その芸術的美的側面において、ガリレオの科学的業績の反映を見てとることはなかなか難しい。もちろんガリレオ自身は、若い頃にアリオストとタッソを比較した文学論を著しており、美的問題にも関心をもっていた。しかし科学的認識と美的感性の関連性は、それ自体が難問である。この点について、美術史の立場からは、すでにパノフスキーの先駆的研究がある⁷⁸⁾。パノフスキーは、ケプラー（1571-1630）の提示した惑星の楕円軌道の仮説に対して、その数学的明証性にも関わらずガリレオが消極的反応を示した理由として、アリオストを良しとしタッソを批判するガリレオの古典主義的美意識が影響したとの説を唱えた。科学的認知の枠組みに美意識がバイアスをかけたというわけである。ただしパノフスキーのこの仮説も、科学史においては必ずしも無条件に受け入れられているわけではない。

むしろ注目すべきは、当時の建築においても、とりわけ美的側面において規範的な役割を担っていた古代建築に対する見方の変化であろう。前述のように、ガリレオに触発されたオッターヴィオ・ファルコニエーリは、古代に対する新たなアプローチの嚆矢となった。もっともオッターヴィオの兄パオロの事例も含め、その新たな古典主義がすぐに明白なかたちで実際の建築設計に反映されたわけではない。それにはガリレオの遠縁の建築家アレッサンドロ・ガリレイ（1691-1737）の登場を待つ必要がある。

18世紀前半に活躍したこの建築家は、フィレンツェで建築と数学を学んだ後、イギリスで長期の活動をし、やがてローマにおいてサン・ジョヴァンニ・イン・ラテラーノ大聖堂のファサードを設計、合理主義的な古典主義様式によって、その後の新古典主義への流れを決定づけた。

アレッサンドロ・ガリレイはガリレオと直接の血のつながりはないが、同じ一族の出身者であり、それを誇りとしていた。アレッサンドロは、自

⁷⁸⁾ E. Panofsky, *Galileo as a Critic of the Arts*, The Hague, 1954.

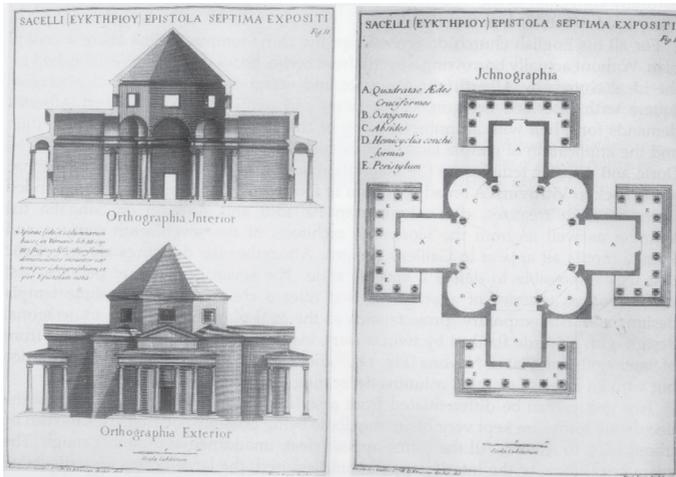


図14 アレッサンドロ・ガリレイによる殉教者記念堂復元想像図（1731）

邸に自身の肖像画とともに、一族の始祖と、ガリレオの肖像を並べて飾っていた⁽⁷⁹⁾。アレッサンドロはおそらくヴィヴィアーニの盟友の数学者ガイド・グランディ(1671-1742)に師事しており、イギリスに渡航した動機も、フィレンツェ以上に進展しつつあった同地の科学革命の状況への関心抜きには考えられない⁽⁸⁰⁾。アレッサンドロは、フィレンツェ、ローマ、そしてさらにイギリスの様式を自在に使い分け、時に折衷したが、1731年にはニュッサの聖グレゴリオスの伝記の挿図として、初期キリスト教時代のマルティリオン殉教者記念堂の復元想像図を制作している(図14)⁽⁸¹⁾。アレッサンドロは復元のためにニュッサの聖グレゴリウスについての文献を精読し、さらにローマの初期キリスト教建築の知見を応用したと考えられ、まさしくオッターヴィオ・ファルコニエーリの「実験主義」的考古学の試みの系譜を引

(79) E. Kieven, "An Italian Architect in London: The Case of Alessandro Galilei (1691-1737)," *Architectural History*, 51, 2008, pp. 1-31 (1).

(80) *ibid.*, p. 4.

(81) *ibid.*, p. 11.

くものといえよう。もちろん、アレッサンドロのこの試みには、フィレンツェの建築伝統のひとつの淵源ともいうべきアルベルティの『建築論』、イギリスのいわゆるパラディアニズムや、ローマやフィレンツェでの考古学的研究の発展など、他の影響も見出すことが可能だが、彼をこの企画に駆り立てた動機のひとつとして、一族のガリレオの成果を建築にも応用するという意欲が存在した可能性は否定できないだろう。ナルディーニの古代ローマ地誌は当時流布しており、そこに収録されたファルコニエーリの古代煉瓦についての小篇もアレッサンドロは読んでいたはずである。

まだより詳細な検証を要する段階ではあるが、あえて大胆な要約をするなら、ガリレオの建築に与えた影響は、世代を経てやがて構造力学を生み出すとともに、一方では新たな歴史意識とその結果としての新様式の誕生をも促したのである。とりわけアレッサンドロ・ガリレイにおいて、ガリレオの幾何学を基盤とする科学とその根底にある古典主義的秩序美の意識が、新たな古代観と結びつきながら、具体的な建築様式として結晶し、盛期バロックを超克する新古典主義様式へとつながったのである。