

# 成瀬勝武に着目した聖橋の設計思想と その構造表現

菅野 辰将<sup>1</sup>・関 文夫<sup>2</sup>・松ヶ谷 航太<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 日本大学理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14,  
E-mail:csta13058@g.nihon.ac.jp)  
<sup>2</sup>正会員 工博 日本大学理工学部土木工学科 (〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14,  
E-mail:seki@civil.cst.nihon-u.ac.jp)  
<sup>3</sup>非会員 株式会社 日本構造橋梁研究所 (〒101-0032 東京都千代田区岩本町 3-8-16,  
E-mail:k-matsugaya@jbsi.co.jp)

震災復興橋梁の一つとして架橋された聖橋(竣工 1927 年)は,成瀬勝武,山田守が設計したアーチ橋で,今も御茶ノ水のシンボルとして親しまれている.現在この聖橋は日本を代表する RC 構造アーチ橋の名橋として紹介されているが,アーチ部材には複数の鋼材が用いられていること,側径間には鋼桁橋を採用しているなどいくつかの部分に疑問点が残る.ここでは,聖橋の図面や写真の他に,成瀬勝武の文献や資料により成瀬勝武の構造表現に対する姿勢や設計論,聖橋の真実について報告する.

キーワード: 成瀬勝武, 聖橋, アーチ橋, 構造表現, メラン工法, SRC 造

## 1. はじめに

震災復興橋梁の一つとして架橋された聖橋(着工 1925 年)は,土木技術者成瀬勝武(1896-1976),建築家山田守(1894-1966)によって設計されたアーチ橋で,現在も御茶ノ水のシンボルとして親しまれている(写真-1).この聖橋は,日本を代表する鉄筋コンクリート(以下 RC と称す)アーチ橋の名橋として紹介されているが,アーチ部材には複数の鋼材が用いられていること,側径間には鋼桁構造を採用していること,アーチリブの上に小アーチを形成している鉛直材は,表層的なモルタルによる化粧であること等いくつかの疑問点が残る<sup>1)</sup>.

ここでは,聖橋の詳細を調査することで,成瀬勝武の構造表現に対する姿勢や設計論を明確にし,聖橋の事実について報告する.



写真-1 聖橋 (2013 年撮影)

## 2. 設計思想

### (1) 成瀬の設計橋梁の変遷

成瀬が橋梁を設計したのは,復興局に配属された後のことである.復興局での 8 年間で数多くの復興橋梁の設計に携わり,その後は,日本大学理工学部土木工学科の教授となり,教鞭を執りながら研究者であり,第一線で活躍する構造設計家として活躍した.作品は,東京都内を中心に関東近県に残している.成瀬が設計及び関係した橋梁について表-1 に示す.

表-1 成瀬勝武設計橋梁一覧

復興橋梁	復興橋梁以降
永代橋	旭川橋梁(架替え)
清洲橋	境橋
八重洲橋	中山橋
数寄屋橋	勝鬨橋(技術監督)
鎌倉橋	深山橋
聖橋	
法恩寺橋	
神田橋(下部工)	

これらの成瀬の関係した橋は,次の共通点がある.

- ・シンプルに仕上げる
- ・アーチ橋が多い
- ・アーチ軸線に変垂曲線を用いる

これらの考え方は,成瀬の設計した橋梁に共通し,鋼橋,コンクリート橋のいずれにも多い.

復興局時代に田中豊が、小規模の街路橋の標準形として考案した復興橋梁を図-1に示す<sup>2)</sup>。このモデルは「復興局型」と称され、神田橋などに適用された。これに対して、成瀬は中央径間の鉸桁構造と側径間のアーチ橋台のアンバランスに着目して、側径間のアーチと中央径間のアーチを連続させる案や、3径間の連続鉸桁にして連続性を図る案、中央径間を頬杖ラーメン構造として側径間とのリズムを配慮した案等を、デザインパターンとして考案した(図-2)。これらのデザインは、長支間化できない実情を踏まえながらも、構造の合理性によってその課題を解決しようとし、橋全体のフォルムに対する拘りが感じられるものである。

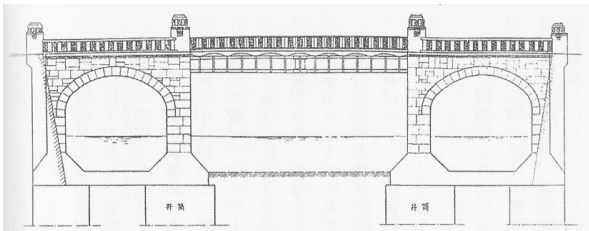


図-1 田中が考案した「復興局型」の代表例 神田橋<sup>2)</sup>

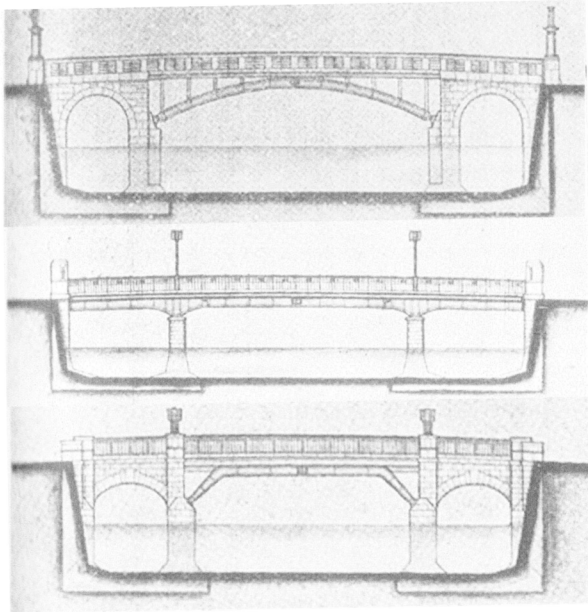


図-2 成瀬が考案した「復興局型」のバリエーション。上から海運橋、菊川橋、菖蒲橋<sup>2)</sup>。両側のアーチ橋台をコンパクトにし、主径間のスパンに単純桁構造以外の何らかの構造を用いて、合理性の高いフォルムを生み出している。

## (2) 聖橋の設計思想

聖橋のデザインの変遷を図-3に示す<sup>3)</sup>。当初は、アーチの両側に「復興局型」の側径間が設けられ、アーチ軸線に放物線が用いられ、シンメトリーに拘ったデザインであった。次にアーチ軸線が変垂曲線に、鉛直材頂部に小アーチを用いたデザインに変更され、現在の聖橋の原型となった。最終的には左岸側の中央線を通すために側径間が1径

間となり、照明柱もシンプルなデザインとなった。下部工の大きさを記すことで、橋梁全体のバランスを図ったものである。

聖橋の設計で主に装飾のデザインを担当した建築家の山田守とは聖橋の全体像についてたびたび論議を交わし、細かい部分に修正を加えていったことが聖橋の設計プランの変遷から読み取れる。

特に当時の日本の橋梁では親柱が設けられることが一般的だったが、成瀬が聖橋の親柱を取り払われている。このことについては、自身の回想記の中に於ける「聖橋のスタイルでは、建築家の山田守に教わるところなど少なくはなかったが、私自身の個性も出ている。第一に高欄端には巨大な親柱を立てる旧習を廃し、装飾的なアクセサリを省いた。」<sup>3)</sup> という一文からも伺え、装飾を担当した山田に対して強く主張している。

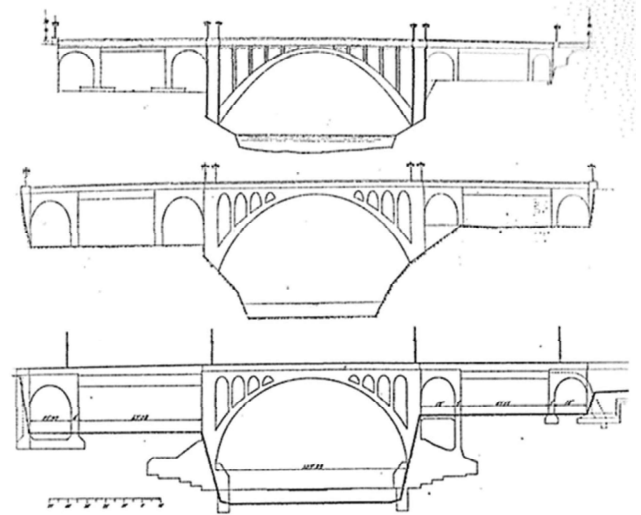


図-3 聖橋デザインの変遷<sup>3)</sup>

## (3) 設計当時に成瀬が影響を受けた技術者

成瀬の文献「ロベール・マイラアと彼の橋」<sup>4)</sup>によると、成瀬は24歳年上のスイスの構造設計家ロベール・マイヤール(1872 - 1940)の設計思想に関心をもっていたことがわかる。成瀬の文献によるとマイヤールの設計で参考にしてきた考え方をまとめる。

- ・コンクリート橋の扱い方を熟知している
- ・重量感と繊細な部分の組み合わせ
- ・修正を交えつつ独自の型式を創出している
- ・橋の形態が表現するものについて学ぶべき点が多い

以上の点を踏まえて聖橋とマイヤールの橋梁群を比較すると、コンクリートの素材を活かしながら全体のフォルムをまとめたデザインを展開しており、これはマイヤールの設計思想に類似した部

分である(写真-3)。マイヤールを含む諸外国のデザインに対しても敏感に反応している。



写真-3 Valtschielbach Bridge 1925 (Robert Maillart).  
マイヤールは、同系の Flienglibach Bridge(1923)でアーチリブ 25 cm という補剛アーチ構造に成功。

#### (4) 建築や美術に対する考え

成瀬の橋梁設計家としての考え方について、文献中の言葉を下記にまとめる。

- ・「橋を専門とする技術家は、建築及び絵画彫刻について深い審美能力を持たなければならない」<sup>3)</sup>
- ・「造形的な美しさに対して鋭いセンスをもたなければ美しい橋を作ることはできない」<sup>3)</sup>
- ・「橋のほうが周囲の建物の美観をリードするくらいの見識があってほしい」<sup>5)</sup>

成瀬は、魚や動植物といった描写を趣味としていた(写真-4, 5)。酒の肴を描いたものも多いがメゴチの口や目、背びれに興味を示した成瀬の、

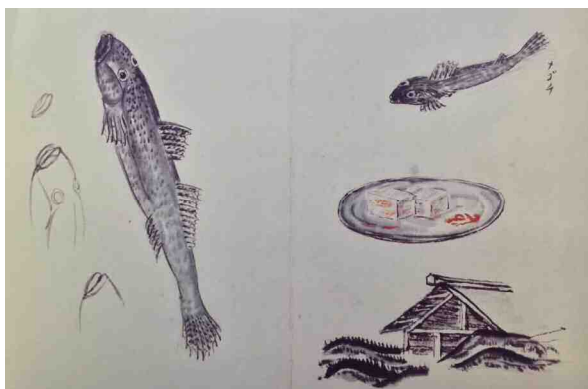


写真-4 成瀬氏の絵画<sup>6)</sup>



写真-5 成瀬氏の絵画<sup>6)</sup>

描画を見るとフォルムとディテールに対する繊細な視線を感じることができる。

### 3. 構造表現

#### (1) アーチ軸線

当時は RC のアーチ橋の軸線は、欠円とするのが普通であったが、聖橋には釣合曲線である変垂曲線が用いられた<sup>3)</sup>。変垂曲線公式は 19 世紀イギリスで生まれた方法で、成瀬は、1925 年から 1926 年にかけて、この変垂曲線をアーチの軸線にして、鎌倉橋、2 径間の八重洲橋と数奇屋橋、聖橋等を設計している<sup>4)</sup>。

図-4、図-5 は単円と懸垂曲線にそれぞれ荷重をかけた時の断面力を示しており、懸垂曲線のほうが、曲げモーメントが小さくなり、スプリンキングでの水平力も低減できる。アーチの形状として欠円ではなく、懸垂曲線を用いることが力学的に合理的であったことがわかる。

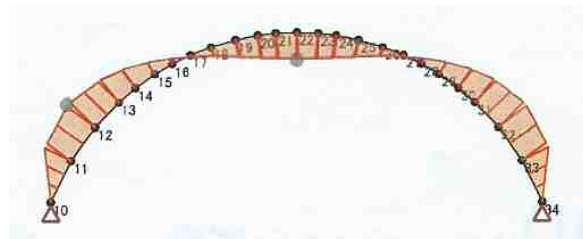


図-4 単円に荷重をかけたときのアーチの断面力

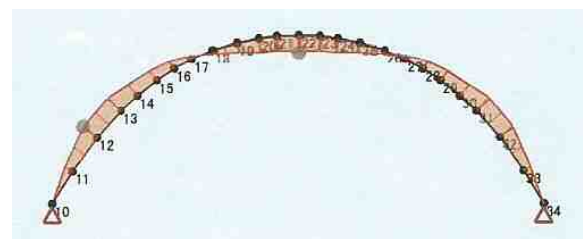


図-5 懸垂曲線に荷重をかけたときのアーチの断面力

#### (2) メラン工法

メラン工法は、1903 年に架橋された本河内ダム放水路橋で採用され、RC 橋との普及と同時期に実用されてきた技術である。現在、国内には約 40 橋のメラン構造のアーチ橋が確認されている<sup>7)</sup>、聖橋には、1926 年にこのメラン工法が用いられており、コンクリートのアーチリブをすべてメラン材とするオールメラン工法が適用されている。このメラン材は、構造材として評価せず、RC 構造で構造設計されているが、実際には SRC 構造としての耐荷力を有している(図-6、写真-6)。

メラン工法の採用は、アーチリブのコンクリート打設の際のガイド及び打設ブロックの間詰の保持材としての役割が大きい。

さらに、採用した理由として、震災当時に、復興局が 90 mm×90 mm×10 mmの山形鋼を大量に発注し、復興局が大量に在庫を抱えてしまい、早急には使用しなければならなかったと記載されている<sup>3)</sup>。図面の詳細を見ると、曲線部材を直線部材に置換していること、全て同サイズの山形鋼が配置されていることが確認できる。

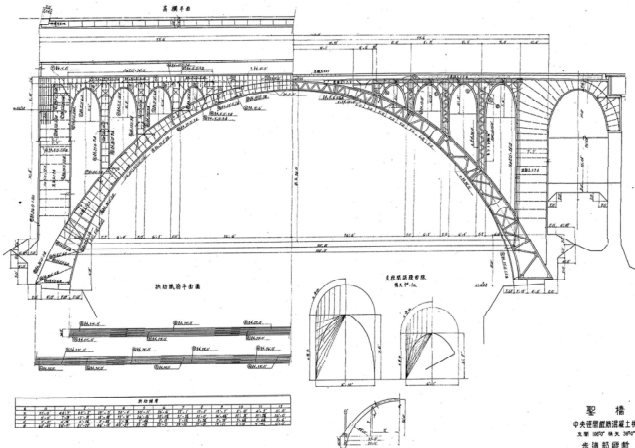


図-6 聖橋の鉄筋・メラン材の配置図<sup>10)</sup>

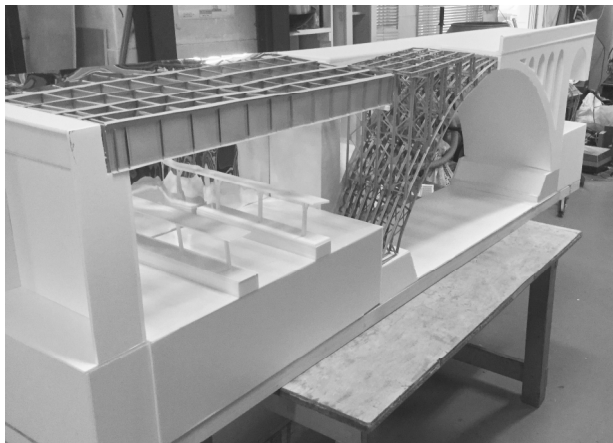


写真-6 日本大学理工学部土木工学科構造・デザイン研究室における構造エスキースプロジェクトで内部の鋼材を表現するために制作した聖橋の模型。

### (3) 聖橋の全体構造とフォルム

アーチ構造はオールメラン工法のSRC構造であり、側径間主桁はS構造、橋台や他の部分はRC構造となっている。本来アーチ構造は、良好な地盤に構築される構造であるが、聖橋周辺は、地盤が軟弱なため、基礎構造は巨大かつ大量な杭が支持されている。現代の橋梁技術者であれば、支持地盤に対する水平力の観点からアーチ構造を敬遠するレベルである。しかし、聖橋は、震災復興橋梁でアーチ構造を原則として、この構造を成立させなければならない背景から、全体構造に様々な工夫が施されている(図-7)。

成瀬は、先ずアーチ形状に懸垂曲線を用いることで、自重によるアーチリブの曲げモーメントとアーチスプリングの水平力の低減を図り、基礎や杭への負荷を軽減している。更に、側径間の桁桁に鋼構造を用いることで重量を軽くし、基礎及び杭への反力に低減を図っている(写真-7)。

また、アーチリブの上に設置されている鉛直材の小アーチであるが、図面にはモルタル化粧と記され、ファサード的な扱いとなっている。一方、本体構造は、ハンチ付きの直線部材で構成され、無駄な曲面などは一切なく、施工の合理化と荷重の低減が図られている(図-3 上段の図のような形状)。

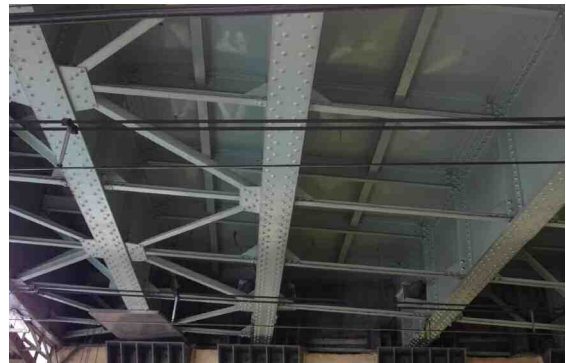


写真-7 側径間下部

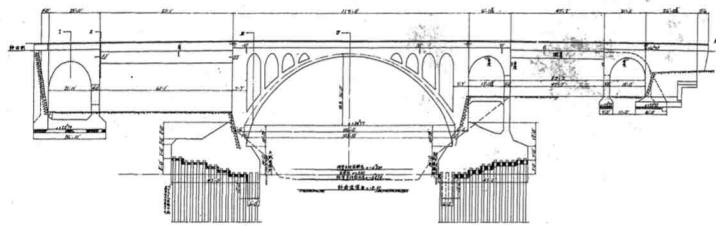


図-7 聖橋の側面図<sup>8)</sup>

### (4) 成瀬の鋼材研究

成瀬は研究で、鋼材の接合方法である溶接、留め具に関する論文を数多く発表している。特に、これらの研究では、諸外国への視察、調査を熱心に行っていた<sup>9)</sup>。当時の聖橋がメラン工法をとった理由については前述の通りであるが、成瀬の設計橋梁の多くが鋼橋であることから、当時から鋼材に着目し、鋼材利用の可能性を模索していた。

## 4. 施工技術

### (1) 杭基礎及びフーチング

支持層は、砂混じり粘土層で、杭は、φ45.5 cm (1尺5寸)、最長15m(50尺)のペダスタイルコンクリート杭(351本)が使用された(写真-7)<sup>10)</sup>。また、杭基礎の上にはフーチングが施工された(写真-8)。

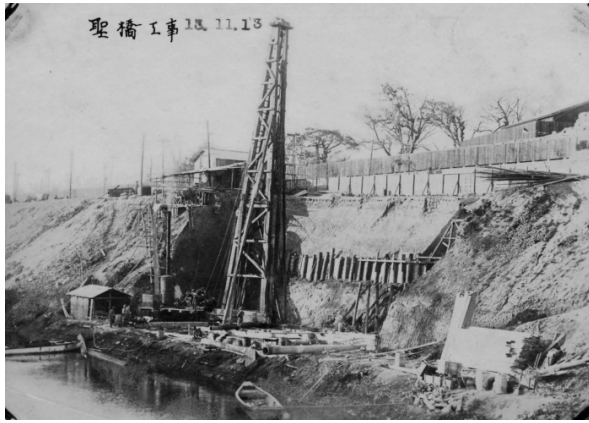


写真-7 聖橋の杭基礎工事<sup>11)</sup>



写真-8 聖橋のフーチング<sup>11)</sup>

## 5. まとめ

聖橋は、1927年に完成した(写真-9)。聖橋は、地盤条件の悪い環境にも関わらず、変垂曲線を利用してアーチスプリングの水平力の低減や側径間の鋼桁による自重低減など徹底した合理性を追求する姿が読み取れた。また、アーチ部材の施工のバランスを図るために用いられたメラン工法は、先進的な事例であり、技術に対して挑戦する姿もそこにあった。聖橋は、RC橋の名橋というより成瀬イズムを駆使して支えられていた奇跡のアーチ橋である。そして、成瀬の「梁設計家たるものは、装飾な造形を排して、全体のフォルムから構造合理性を追求すべきである」というメッセージは、今の設計家・技術者にも大切な言葉である。

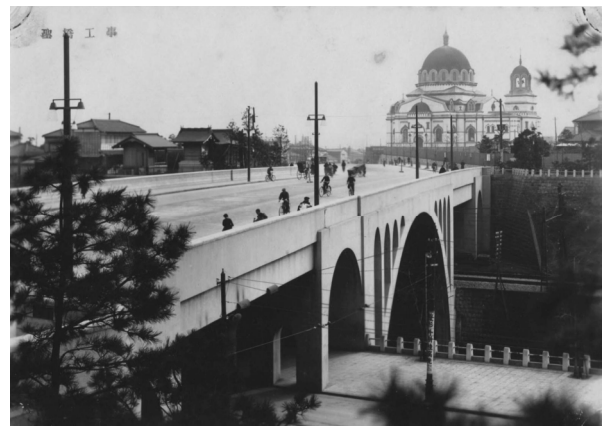


写真-9 架橋竣工の聖橋<sup>11)</sup>

### (2) メラン工法

当時のコンクリート打込みに用いられる支保工は木材であり、それだけでは変形が大きくなり、施工過程で適切な形の維持が難しいことから分割施工され、その時メラン材はコンクリート打込みのガイド及び間詰の保持材としての役割も担っていた(図-8)。打設順序を分析するとスプリングの近い1ブロックを打設し、支保工が変形を抑止するために2ブロックを打設し、3ブロック、4ブロックでバランスを図る。全体が安定したところで、間詰めコンクリートを打設している。この工法からもメラン材は、間詰めコンクリートを打設するまでの保持材としての役割が大きい。

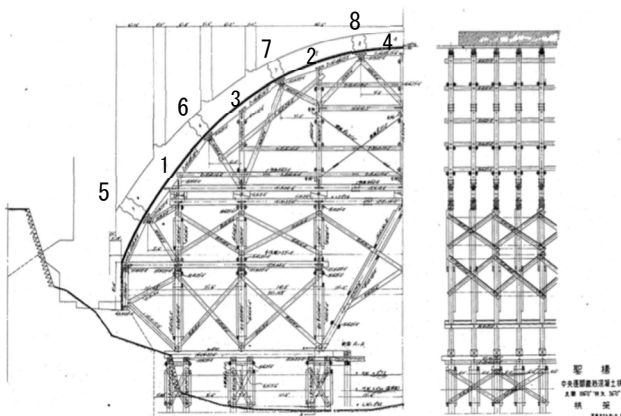


図-8 聖橋の木製支保工と打設順序図<sup>10)</sup>

### 【参考文献】

- 1) 松ヶ谷航太：成瀬勝武の設計思想から読み取る聖橋の一考察，日本大学理工学部土木工学科卒業論文，2012
- 2) 中井祐：近代日本の橋梁デザイン思想，東京大学出版会，2005
- 3) 成瀬勝武：土木技術家の回想(その4)，土木技術 25巻4号，1970
- 4) 成瀬勝武：ロベエル・マイラアと彼の橋，土木技術 13巻1号，1958
- 5) 成瀬勝武：座談会・橋-昔と今，土木学会誌 55巻11号，1970
- 6) 日本大学理工学部橋梁研究室：成瀬勝武先生絵写真集，1984
- 7) 紅林章央，前田研一，伊東考：わが国におけるコンクリートアーチ橋の発展，土木史研究講演 Vol. 24，2004
- 8) 復興局土木部橋梁課：橋梁設計図集第一輯，pp1-19，シビル社，1928
- 9) 成瀬勝武：土木技術家の回想(その6)，土木技術 25巻6号，1970
- 10) 土木学会土木図面デジタル化プロジェクト：聖橋 <http://search.yahoo.co.jp/search> (閲覧日 2016/09/01)
- 11) 震災復興橋梁工事写真：32. 聖橋工事 [http://library.jsce.or.jp/Image\\_DB/shinsai/kanto/kyouryou/](http://library.jsce.or.jp/Image_DB/shinsai/kanto/kyouryou/) (閲覧日 2016/09/01)