

# 先人に学ぶ 日本的イノベーションのあり方 (全6回)

## 第2回

# 日本はどのようにしてもものづくり大国になったのか (鍋島直正、小栗上野介忠順に学ぶ)

早稲田大学名誉教授

NPOテクノ未来塾 理事 浅川 基男

(本連載は「NPOテクノ・未来塾の理事、会員、塾生」がリレー形式で執筆を行います)

### 1. はじめに

「世界の片隅の、このちっぽけな日本が、なぜ、どのようにして世界ダントツのものづくり大国になったのか？」の問いに吸い込まれるように、資料探しや現地調査に出かけるようになった。その結果、幕末のエンジニアの熱い「思い」と、そこから戦後のものづくり発展へと結びつく糸が見えてきた。大陸から伝来した製鉄技術を日本の古代エンジニアは砂鉄利用による日本独自の「たたら」精錬法に改良した。その結果、千年以上経っても朽ちない法隆寺の釘や、玉鋼の加工と熱処理技術を駆使した複合材料による類い希な強度と靱性を備えた日本刀へと昇華させた。このような金属加工技術から機械工業や重工業に発展させ、日本を欧米諸国と肩を並べる国家にしようとまい進してきたのが幕末のエンジニアであり、これを引き継いだ戦後のエンジニアである。ここではその歴史<sup>1), 2)</sup>を振り返るとともに、著者の「思い」を述べてみたい。

### 2. 藩主鍋島直正の「思い」

まず幕末を代表する人物が佐賀藩主 鍋島直正 (図1) である。直正は文化十一年 (1815年)、日比谷交差点角の江戸藩邸で生を受けた。アヘン戦争 (1840 ~ 1842年) で東アジアに君臨した清 (中国) が欧米の砲艦外交に為すすべもなく侵略された事実は、太平の世を謳歌していた日本国を激しく震撼させた。最も敏感に反応した一人が直正である。“日本を欧米列強と肩を並べる強国に



図1 佐賀藩主 鍋島直正  
(公益財団法人鍋島報效会所蔵)

するには、古 (いにしえ) から醸成された基礎・基盤技術 (製鉄、金属加工、からくり技術) をベースとした鉄製大砲と蒸気船を自力で開発する以外に道はない”が彼の信念であった<sup>3)~8)</sup>。その第一歩が人材育成であり、若い佐賀藩士を積極的に江戸や長崎、さらには海外に留学させた。万延元年 (1860年) の遣米使節派遣では7名、文久元~二年 (1861 ~ 1862年) の遣欧使節にも3名を派遣させている。医学を通じて蘭学を学んでいた藩士も工学の蘭書翻訳に狩りだされ、名医相良知安 (東大医学部創設者の一人) は医学以外の翻訳作業に従事させられ、一時スランプに陥ったほど直正の金属加工への「思い」は強烈であった。さらに、オランダで機械工学を学び、米国で



図2 致遠館におけるフルベッキー（中央）と門下生達

機械産業の実務を経験した宣教師フルベッキーを致遠館に招へいし（図2）、大隈重信・副島種臣・大木喬任らの佐賀藩士のほか、他藩の伊藤博文・大久保利通・横井小楠ら、明治維新後に活躍した逸材を育成した。

直正は安政四年（1857年）、わが国初の幕府の本格的洋式工場「長崎鋳鉄所」の建設を支援した。維新後新政府はこれを岩崎弥太郎に払い下げ三菱重工の礎となった。さらに艦船に必要な蒸気機関に焦点をあて、嘉永五年（1852年）、精煉方（現在の科学・技術研究所に相当）を藩内に発足させ、化学薬品・カメラ・電信機なども研究・製造した。

ペリーの浦賀来航に遅れること約1カ月後、嘉永六年（1853年）プチャーチン率いるロシア船団が長崎に入港した機会に、直正は精煉方のエンジニアらにつぶさに館内を見学させた。彼らは士官室に入った途端、目が釘付けになった。ロシア士官が蒸気車雛形に熱湯を入れ、アルコール器に火を点ざるとボイラーから沸騰音が鳴り響き煙筒から湯気が発生し、たちまち車輪が動き出し円状のレール上を軽快に走り回るではないか！ 佐賀藩にスカウトされた京都出身の蘭学・化学・機械の中村奇輔はこの模型に鋭く反応し、早速精煉方

でこの蒸気車を奇輔が企画立案し、同じくキャリア採用組である丹後田辺藩出身の蘭学・理化学者の石黒寛次が図面を担当、久留米藩出身の機械発明家・田中久重儀右衛門の父子がからくり機構を究明した。

田中久重は、明治になり70歳代で久留米から上京し銀座煉瓦街に電信機生産の田中工場を誕生させた。これが後の東芝の発祥となった。

精煉方ではこの蒸気車雛形製造を通じて、銅合金の鑄込み技術、板材・棒線材・管材などを延伸する金属素形材製造技術や、板材成形・引抜き・鍛造・せん断・接合などの塑性加工技術および歯車などを切削する機械加工技術を駆使して部品を製造したに違いない。図3に示すように蒸気車雛形は単純構造のため蒸気圧力が弱かったので、久重はギヤ等で減速して回転力を引き出す独自の工夫も加えた。試行錯誤を重ね2年後（1855年）蒸気車雛形を完成させた。この実物は佐賀県の鍋島徴古館にあり、複製模型は佐賀県立本丸歴史館に展示してある。蒸気船の模型とともに藩主の前で公開した場景が、昭和の初めに描かれた図4の「精煉方絵図」である。

さて、安政五年（1858年）、直正は精煉所のリーダーであった佐野常民に三重津海軍所の設置



図3 実物の蒸気車雛形、矢印は独自工夫の減速歯車  
(公益財団法人鍋島報效会所蔵)

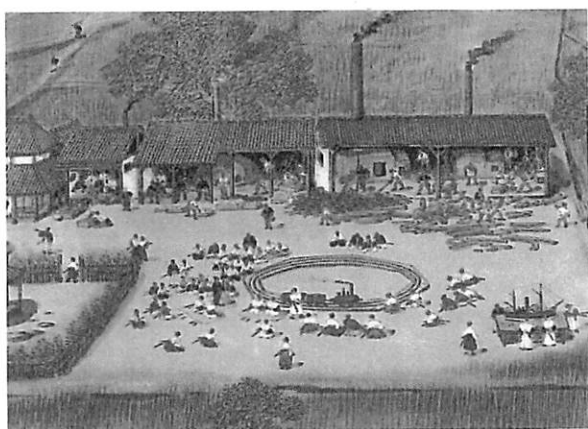
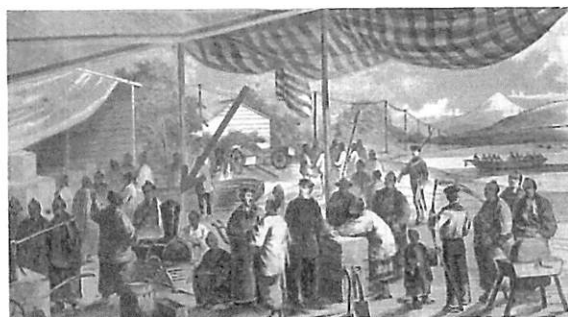
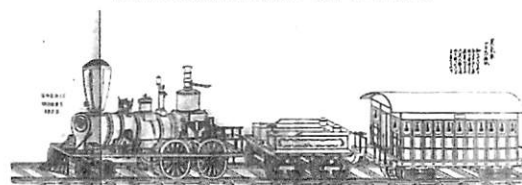


図4 精煉方での蒸気車雛形試走  
(公益財団法人鍋島報效会所蔵)

を指揮させ、この地で洋式海軍の教育施設・造船・艦船用蒸気機関等の製造を開始した。精煉方で培った鑄造・塑性加工・機械加工・接合などの金属加工の要素技術が海軍所で駆使されたであろう。ここでも失敗の連続で、ボイラーからの蒸気漏れに悪戦苦闘し、7年もの歳月を費やした後、慶応元年（1865年）日本で初めての蒸気船「凌風丸」を完成させた。この実績から、佐賀藩は幕府軍艦用蒸気機関の製造を請け負うことになった。江戸湾の台場の鉄製大砲を設置したように、幕府軍備の西洋化は直正がその一翼を担った。三重津海軍所跡地は平成二十七年（2015年）には「明治日本の産業革命遺産」として世界文化遺産に登録された。同時代の中国や東南アジア諸国では見られない日本独自のものづくり革命の胎動である。



(a) 米国使節がスケッチした蒸気車雛形（矢印）運転の場景。遠方に電信機実験の様子が見える



(b) 応接した幕臣がスケッチした蒸気車雛形  
図5 ペリーが持参した蒸気車雛形（東善寺所蔵）

一方、安政元年（1854年）ペリー来航時にも蒸気車雛形模型が持ち込まれている。図5（a）には横浜における蒸気車雛形運転風景、同図（b）には雛形のスケッチを示す。ライブの蒸気車は実物の約1/4で、機関車・炭水車・客車の3両編成、燃料は薪で360フィートの環状線レールを時速約30km/hで走行した。その模型は幕府の倉庫に仕舞いこまれたまま、明治の初めに焼失してしまった。同時期に福岡藩も蒸気機関車の模型を製造し、加賀藩や長州藩が外国の蒸気機関車の模型を購入したとも記録されている。明治元年（1868年）の明治維新からわずか5年の短期間で新橋—横浜間に鉄道の完成をみた。直正の影響を受けた佐賀藩士 大隈重信・長州藩士 伊藤博文の強い「思い」によると考えられる。

直正は嘉永三年（1850年）佐賀城近くの築地（現日新小学校敷地）に大砲鑄造の鑄立場を設置、また幕府の大砲鑄造用の多布施反射炉を設けた。図6は昭和の初めに描かれた多布施の場景図である。反射炉は薩摩や静岡県伊豆の韮山反射炉が有名であるが、最初に実用化したのは佐賀藩である。佐賀には伊万里焼など焼物の技術と焼物師がおり、珪藻土を用いて耐火レンガにより反射炉を

構築した。反射炉の天井に反射して鉄材を溶かす方式である。大砲の鑄込みでは外側の鑄型と中子の鑄型の間反射炉からの溶鉄を流し込む際に気泡が入りやすい。そこを起点として試射中に砲身が炸裂する事故により怪我人が続出した。エンジニア藩士らは「もはや不可能、切腹して責任を取りたい」と願い出たが直正はなだめ、言葉を尽くして続行を論じた。まさに彼らにとっては命がけのプロジェクトであった。

その後、蘭学書「鉄煩鑄鑑図」を参考に中空から中実の大砲型を鑄立て、砲身を水車動力でくり抜く錐鎖台を設置して、事故は激減し生産が軌道に乗った。佐賀の大砲は現時点で一つも発見されていないため、反射炉用素材の製法については不明な点が多い<sup>8)</sup>。

反射炉はこの他多くの有力藩が試行しており、その一例を紹介する。大島高任は長崎で砲術・鋳山学を学び安政二年（1855年）水戸藩主徳川斉昭に招かれ那珂湊に反射炉を設置した<sup>2)</sup>。翌年、砂鉄を原料として大砲製造にとり掛かった。しかし大砲に適した銑鉄が得られず失敗に終わった。高任は「イノシシ」と呼ばれるほど、素早い行動力に加え切り替えが早かった。コンセプトを転換し、鉄鉱石の還元は高炉、銑鉄の製鋼は反射炉と役割分担を明確にした。早速、故郷の盛岡藩（南

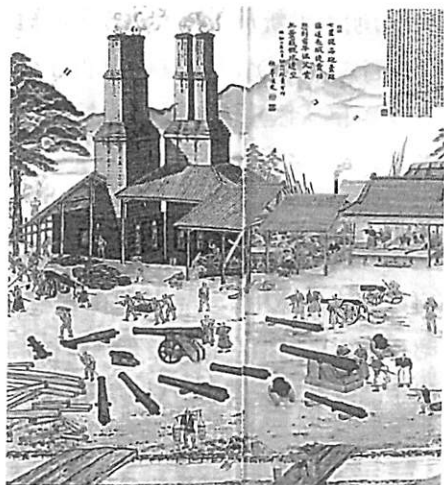


図6 幕府向け大砲製造用の多布施反射炉  
(公益財団法人鍋島報效会所蔵)

部藩)に鉄鉱石を原料とした洋式高炉に挑戦、出銑に成功した。その銑鉄を水戸藩の大砲製造用反射炉や葦山反射炉に供給して大砲製造に貢献した。その後、釜石市橋野で高炉を建設、試行錯誤はあったがその成果が明治十三年（1880年）の官営釜石製鐵所、明治三十四年（1901年）の官営八幡製鐵所に受け継がれた。

高任は富国强兵・殖産興業のために工学の大切さを明治政府に力説、明治四年（1871年）工部省に工学寮（後の東京大学工学部）が設置されるに至った。その後、有力大学に「工学部」が続々と設置された。日本の大学は12世紀に遡る欧州の諸大学の科学志向とは一線を画しており、この工学重視がその後の日本のものづくりの発展に大きく寄与した。なお、明治150年を祝い、肥前佐賀幕末維新博覧会が県内各地で2019年1月14日まで開催されている。

### 3. 幕閣小栗上野介忠順の「思い」

小栗上野介忠順<sup>9)~13)</sup>は文政十年（1827年）、旗本小栗忠高の子として旗本屋敷である江戸駿河台、現在の明大通りの角で生まれた。早くからその才を認められ、万延元年（1860年）幕府の実質的な遣米使節のリニダーとしてポーハタン号で渡米した。図7に示すようにブキャナン提督の案内で使節らはワシントン海軍工廠を見学した。この造船所では、溶鉱炉、反射炉、鑄造および砲身を蒸気力でくり抜く錐鎖台、蒸気ハンマーによる熱間鍛造が稼働していた。小栗は日本との製鉄および金属加工技術の差に驚き、これを心に刻む意味で海軍工廠のネジを持ち帰ったとされている（図8）。

帰国後、小栗は勘定奉行（大蔵大臣）・海軍奉行（海軍大臣）に就任し、“船所を持たねばならない。持つからには世界的なレベルのものを”との強い「思い」から、造船所建設の大英断を下した。その責任者に抜てきされたフランス人ヴェル

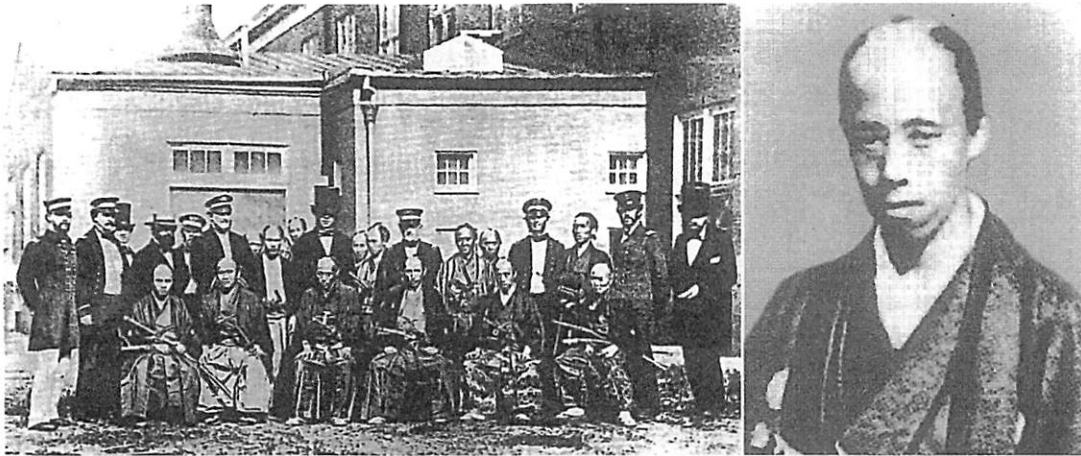


図7 ワシントン海軍工廠（造船所）での遣米使節団（左）と小栗忠則（右）

(The 1860 Japanese Mission to the United States, wikimedia Commons および国立国会図書館 web サイト「近代日本人の肖像より」)



図8 小栗が海軍工廠から持ち帰ったネジ  
(東善寺所蔵)



図9 0.5トンの蒸気ハンマー（左）と3トンの蒸気ハンマー（右）  
(それぞれの銘板には ROTTERDAM 1865 と記されている)  
(横須賀市自然・人文博物館 ベルニー博物館所蔵)

ニーは慶応元年（1865年）相模国横須賀村の入江を埋め立てた。その後、帰国するまでの10年半、激動の日本にあって造船業と横須賀のインフラ作りに専念した。同年鋼製鍛造大砲や鉄砲用素材を鍛造する蒸気力ハンマー（6トン、3トン、0.5トン4基）などをオランダから導入した。当時ではベッセマー転炉と並んで最新重要発明が蒸気力でハンマーを上昇させ自重落下で熱間鋼材を鍛造するこの蒸気ハンマーであった（図9）。佐賀藩がまだ水力で大砲の筒を削っていたころ、小栗はここで蒸気動力を使って大砲の筒内を削らせていたのである。

図10に示すように小栗の構想に基づいた横須賀製鉄所（造船所）を建設、日本初のドライドックを完成させた。ヴェルニーの基本方針は「最新の機械は故障する確率も高い。それより型は多少

古くても、日本は故障してもすぐに直せる環境にないため、使い込まれて故障の確率の少ないものを選ぶ」にあった。できるだけ安く、実用的な機械で造船所建設を進めた誠意が感じられる。造船所は船体の製造だけではなく、船にかかわる全ての部品を製造する本格的な近代工場であり、その後の日本のマザー工場の役割を果たした。例えば横須賀街のインフラ整備、西洋式灯台部品製造、鋳山機械、鉄製橋梁、富岡製糸場の設計と蒸気動力適用、メートル法の普及などが挙げられる<sup>12)~14)</sup>。工場マネジメントも革新し、局や部の創設、指揮命令系統の明確化、就業時間・賃金制度・残業手当・作業服の導入、熟練工の厚遇、洋式簿記なども採用した。その規模は技術官・作業員含めて1千名を超えた。元治二年（1865年）小栗は横須賀製鉄所に先立ち横浜製鉄所（JR石

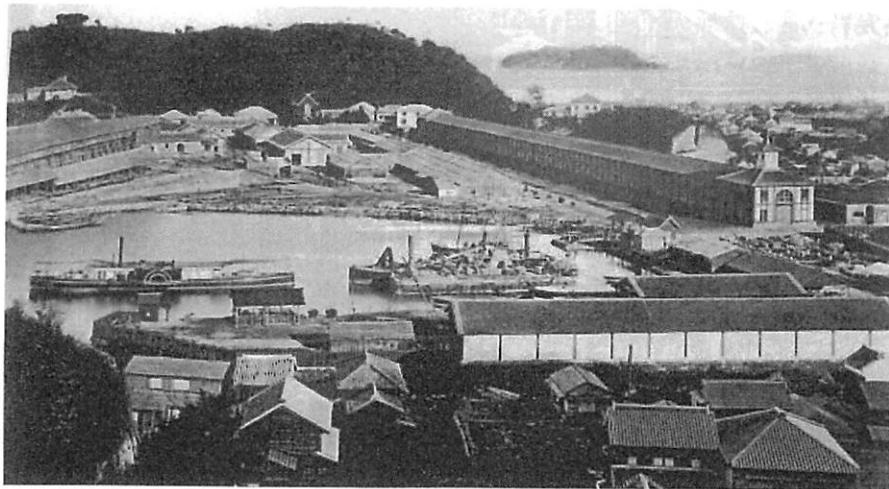


図10 横須賀製鉄所全景 (横須賀市自然・人文博物館 ベルニー博物館所蔵)

川町駅近辺) を設け、製鉄所建設に必要な各種器具や船舶用機械の製造等を担わせた。

幕府瓦解後の明治十二年(1879年)新政府は平野富二が創設した石川島平野造船所にこれを移管、平野は機械設備を東京の石川島(幕府が水戸藩に命じ江戸隅田川河口の石川島に造船所を創業、新政府が平野に払い下げる)に移設した。これが現在のIHI(旧石川島播磨重工業)の源流になった。

中島知久平は横須賀製鉄所海運機関学校で学んだ後、独立して中島飛行機製作所(現在のSUBARU、旧富士重工業)を創立、そのときに横須賀製鉄所から技師や職工を送りこんだ。戦後の昭和30年代にイギリスを抜いて世界一の「造船大国・ものづくり大国日本」となる第一歩が横須賀製鉄所(現横須賀米軍基地)から始まったといえる。

小栗は幕府再建のためだけでなく、日本の将来を考え、膨大な費用と時間が必要な造船所建設を強い「思い」で推進した。幕府崩壊を目前にした小栗の心境を福地源一郎は「両親が病気で死のうとしているとき、もうだめだと思っても、看病のかぎりをつくすではないか。自分がやっているのはそれだ」と代弁している。大隈重信は「明治の近代化は、ほとんど小栗上野介の構想の模倣に過

ぎない」とも語っている。新政府は「小栗という実力者を生かしていたら新政権の安定はない」と恐れ、領地の上野権田村(群馬県高幡市)で隠遁生活をしてきた小栗を捕縛し、慶応四年(1868年)斬首に処した。小栗はわずか42年の張りつめた生涯を権田村で閉じた。

#### 4. 戦後の大学・学会と産業界の強い「思い」。

明治維新に並ぶ動乱の時代が戦後の昭和二十～三十年代である。欧米に追い付こうとした富国強兵策が脆くも破綻し、日本は敗戦のどん底を迎えた。この焼け跡から大学、産業界から同憂の先覚者がものづくりの学会を立ち上げていった。

産業界においても、鉄鋼業界では西山弥太郎(旧川崎製鉄)、日向方齊(旧住友金属)、自動車産業の豊田喜一郎・本田宗一郎らの指導者に恵まれ、独自の「思い」と責任感で保守的な国策を突き破って、鉄鋼や自動車など日本のものづくり産業を世界的地位まで築きあげた。

昭和五十六年(1981年)、昭和天皇からお茶のお招きを受けた席上で、理研の福井伸二は日本の金属加工の発展の「思い」をつぎのように語っている<sup>16)</sup>。「私は昭和七年(1932年)から金属板を素材とする基礎研究を故大河内正敏博士のもとで始めることができました。戦後になりますと民

生用の応用が盛んになり、特に自動車のボディが大きな目標の一つとなりましたが、ボディに使う薄鋼板を造るなどは不可能、加工技術は米国に絶対かなわぬ、との意見が大勢でございました。昭和三五（1960年）年以降の進歩はご承知の通りで、瞬く間に世界一に達しました。もう一つは冷間鍛造を、昭和二十五年頃（1950年）から多くの協同研究者と基礎研究に努め、その成果は三十年頃から自転車業界、三十五年（1960年）頃から自動車業界にも取り入れられて行きました。その後の進展は、実は私も予想しえなかった次第でございまして”と。話が終わってから、陛下は“素材料がよいと言うことだね”と尋ねられ、福井は“今回、陛下に素材料がよいとのご認識を頂いたのは誠にありがたいこと”と感想を述べられている。

## 5. おわりに

人は胎内で魚から爬虫類そして哺乳類へと進化の過程をなぞるように、日本では古代人から幕末の藩士や戦後の研究者・エンジニアに至るまで、まず素材を窮め、それを部材・部品に造り込み、製品化する地道な技術革新を成し遂げてきた。発展途上国の若い起業家はリープフロッグ(Leapfrog) よろしく技術の積み重ねや深さを蛙のように飛び越し、一挙にEV（電気自動車）やAI（人工知能）・量子コンピュータなどの先進技術に走っている。深く窮めるプロセスから新しい技術が生まれることを意味する「深は新なり、新は深ならず」のこのことわざ通り、日本は先達から引き継いだものづくりの王道を決してリープフロッグしてはならない。

さて、幕末・戦後のエンジニアには共通して“自分はこうしたい”と強烈な「思い」があり、大事を成し遂げたのはその思いがにじみ出た結果であった。血管を切ると赤い血の代わりに“あぁしたい、こうしたい”との「思い」が溢れ出てくる

かのような<sup>17)</sup>。その思いが日本のエンジニアから消え去るとき、ものづくり大国は静かに幕を閉じる。

## 参考文献

- 1) (公)天田財団編：天田財団30年史、(2017)、112-117.
- 2) NPO法人テクノ未来塾編：江戸時代のハイテク・イノベータ列伝、(2017)、154-166、200-209、言視舎。
- 3) 司馬遼太郎：明治という国家[上]、(1994)、33-66、NHK出版。
- 4) 司馬遼太郎：酔って候、(2003)、269-327、文春文庫。
- 5) 杉谷昭：鍋島閑叟、(2004)、2-199、中公新書。
- 6) 鍋島報効会編：生誕200年記念展鍋島正直公、(2014)、公益財団法人鍋島報効会。
- 7) PHP編：鍋島直正と近代化に挑んだ男たち、歴史街道、(2016)、PHP.
- 8) 中江秀雄：大砲からみた幕末明治、64-77、(2016)、法政大学。
- 9) 宮永孝：万延元年の遣米使節団、316-340、(2006)、講談社文庫。
- 10) 村上泰賢：小栗上野介、18-224、(2010)、平凡社新書。
- 11) 山本詔一：小栗上野介と横須賀（横須賀製鉄所創設150周年）、(2015)、横須賀市。
- 12) 童門冬二：小説小栗上野介、8-657、(2006)、集英社文庫。
- 13) お金で読み解く明治維新：大村大次郎、(2018)、90-109. ビジネス社。
- 14) 鈴木弘：塑性と加工、42-484(2001)、371-372.
- 15) 福井伸二：塑性と加工、23-252(1982)、14-15.
- 16) 稲守和夫：生き方、(2010)、41-112、サンマーク出版。