ISSN 2423-9151

# 明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報

第１号　2015年度

目次

**巻頭言**……山 田　　朗　1

**特別寄稿　論文**

太平洋戦争時登戸研究所の秘密戦兵器開発に対して製紙業界が行った生産協力
―企画展「戦争と紙」に因んで―……小 林　良 生　3

**第５回企画展「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」記録**……　39

展示

第一部　風船爆弾に利用された「紙」……塚本 百合子　39

第二部　偽造紙幣に利用された「紙」……椎 名　真 帆　73

企画展記念講演

紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―…… 山 田　　朗　101

**2014年度年次報告**……　125

１．2014年度活動概要と今後にむけての展望

２．開館状況

３．資料

４．活動内容

５．取材

６．来館者感想

明治大学平和教育登戸研究所資料館

# 巻　頭　言

明治大学平和教育登戸研究所資料館は，2010年３月29日に開館し，2015年度で６年目をむかえました。この間，当資料館は，登戸研究所と日本軍の〈秘密戦〉に関する戦争遺跡の保存，史実の発掘と〈記憶〉の継承の場となることをめざして，常設展示の充実と毎年の企画展の開催に努力を傾注してきました。これまでに，５万人近い来館者を迎えることができたことは喜びにたえないところです。

私たちは，主として企画展開催のために調査・研究をおこない，多くの登戸研究所関係者の方々から現物資料を提供していただくとともに，貴重な証言をうかがって記録してきました。史実の発掘と〈記憶〉の継承の受け皿になるという当資料館の役割をわずかながらでも実現できていると自負しているところですが，展示やその解説だけでは伝えきれないものがあることも確かです。

このたび，『明治大学平和教育登戸研究所資料館 館報』を年報として発行し，当資料館の活動成果を公開することになりました。従来，『年次報告書』を作成してきましたが，これは当資料館を運営し，基本方針を決定する明治大学平和教育登戸研究所資料館運営委員会に報告するための内部資料でした。この『館報』は，明治大学の学内に限らず，本資料館の活動内容と調査・研究の成果を広く公開し，戦争遺跡の保存，戦争の〈記憶〉の継承などの活動に取り組んでいる諸機関・団体・個人と情報を共有しようとするものです。

この『館報』は，発行の前年度における当資料館の活動内容と調査・研究の成果を掲載するものです。第１号の本号は，発行時期の関係から2016年になってから2014年度の内容を掲載するというやや新鮮みに欠けるものになっているかもしれませんが，次年度以降は，可能な限りタイムラグをつくることなく，前年度の報告をしていくつもりです。

まだまだ不十分な『館報』ではありますが，学内外からご意見をいただきながら，当資料館の充実と戦争遺跡の保存，戦争の〈記憶〉の継承などの全国の活動に資するものになりたいと思っておりますので，ご指導のほどよろしくお願いいたします。

2016年３月10日

明治大学平和教育登戸研究所資料館

館長　山田　朗

明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報
第１号　2015年度
3-38頁，2016年３月

# 太平洋戦争時登戸研究所の秘密戦兵器開発に対して製紙業界が行った生産協力
## ―企画展「紙と戦争」に因んで―

小林良生（よしなり）

NPO機能紙研究会顧問

元通商産業省工業技術院四国工業研究所

---

## １．はじめに―風化しつつある太平洋戦争の記憶―

平成26（2014）年８月15日，第69回の終戦の日に，全国戦没者追悼式典が例年の如く天皇・皇后両陛下のご臨席のもとに東京武道館で開催された。その式典につき，翌日の朝日新聞は次のように報じていた。

「遺族は高齢化し，参列者は減少が続き，最も多かった昭和60（1985）年に比べ３割も少なく，戦没者の「父母」は一人もおらず，「妻」は19人（0.9%）のみになった。孫・ひ孫などの戦後生まれ割合は15.3%を占め，過去最高になった」(1) という。これは太平洋戦争の記憶が確実に遠ざかっていることを物語る。

更に，その日の夜，NHKスペシャル番組「どう守る?　日本の平和」では生放送で我が国の有識者で日本の平和を守る戦略について論じられていた。そして，その後の「大人のドリル・スペシャル」で若い世代の人たち100人に，「今日は何の日ですか」と尋ねた時に，「知らない」と答えた人が半分を越えていたし，更に「どこの国と戦争をしたのか」との問いにも答えられない人が多かった。若者たちの中で太平洋戦争に関しては，関心を持たない人たちが大勢いることをこの番組は明らかにしていた。

明治大学は生田キャンパスをオープンする際，同キャンパス内に旧陸軍登戸研究所があり，そこで生物兵器，電波兵器，偽札発行など秘密兵器の研究をしていたことから，その建物をそのまま活用して，太平洋戦争時何が行われていたかを伝える資料館，正式名「明治大学平和教育登戸研究所資料館」を平成22（2010）年４月に開館された (2,3)。

それは陸軍科学研究所が謀略戦のために行ってきた研究内容を明らかにして，戦争を体験した世代には，戦争のいまわしい思い出を回顧・反省する機会をつくり，平和な世界の創造へと歩む道筋を示し，他方，戦争を知らない世代には戦争の非人道性を示し，再びその過ちを繰り返さないように語りかける場を大学が提供するためであるとされている (2,3)。

その場は，「歴史教育，平和教育，科学教育の発信地にするとともに，地域社会との連携の場としていく」と規定されておられる。若い世代の人たちの意識が，冒頭のような社会傾向に

あるとすれば，このような場の提供は時機を得たものと言えるであろう。

旧陸軍は太平洋戦争時には10の技術研究所を有し，登戸研究所はその中で第９番目の研究所に位置付けられ，近代の戦争として特徴をなす「謀略」と呼ばれる「秘密戦」のための兵器の研究開発を目途としたという。

この秘密戦は，科学技術の進歩に従い，本質的には手段を選ばぬものにエスカレートしがちであった。当時同研究所で展開された研究内容は，極秘裏に遂行され，敗戦と決まった時に，すべて職員の手で書類は焼却処分されたので，研究内容の資料の類はほとんど残されていなかったというのが実情であった。そこで，明治大学では登戸研究所を平和教育のための資料館とすることが決まると，資料館館長の山田朗教授らのご指導のもとに大学院生らが総力を挙げて調査[2,3,4]され，展示室が作成されたということである。

当時，登戸で実際に研究に従事されておられた方々は，高齢化が進み，御存命の方の数はかなり少なくはなっていたが，資料館開設の決定時点では，幸いにもキャンパスの周辺にはまだ当時の研究所に勤務された経験をお持ちの在住者も多くおられ，調査にご協力を頂けた。中には若い次世代の人たちのためになるならばといわれ，これまで黙していた，重い口を開いて下さり，後世の子孫のために執筆された本[5]も出版されるなど，復原調査は順調にすすめられた。

冒頭の社会現象に見られるように，日本人の戦争体験が急速に風化しつつある今日，戦争時の国民の受けた体験を再現し，平和思想の涵養に資するという趣旨は筆者も強く共鳴するところである。

この調査で，登戸研究所は４科からなる研究部門を有し，終戦直前の昭和19（1944）年の時点での研究内容が次のように概略が明らかにされ，それに沿って資料館では展示がなされていた[6]。

第１科は科長が草場季喜少将で，特殊兵器・電波兵器の開発で，具体的には風船爆弾（この名称は俗称で軍では「ふ号兵器」と呼んだ），宣伝用自動車（「せ号兵器」），特殊無線機・ラジオゾンデ，怪力電波・殺人光線，人工雷などである。

第２科は，山田桜大佐の下に，スパイ器材，毒薬・生物化学兵器の開発で，科学的秘密通信法・防諜機器材，毒物合成・「え号剤（動物の餌）」，対動物謀略兵器（家畜用細菌兵器），諜者用カメラ，対植物謀略兵器などである。

第３科は山本憲蔵大佐の下で，偽札の製造であり，北方班は用紙，中央班は分析，鑑識・印刷インク，南方班は製版印刷の研究である。

第４科は，畑尾正央大佐の下で，第１～３科の研究品の製造・補給である。

当時の研究所の規模は，敷地面積11万坪，建物100棟余り，技術将校・技師・技手などの幹部所員250人，一般の雇員・工員を合わせると総勢1,000名に達する大規模な研究所であったと

いうことである[7]。

筆者は通産省の研究所に在籍して，製紙技術を研究し，特に和紙，非木材繊維，機能紙の製造の研究開発に関与し，それらの産業界，官の組織と緊密な連携組織をもって業務を遂行してきた関係で，その連携組織の製紙試験場，製紙会社などの先輩諸氏の中に登戸研究所の風船爆爆弾，偽札の製造に関係を持っておられた方が何人かおられ，時折，雑談でその体験を聞く機会があった。

そこで，上記資料館の開設の書籍発刊[2,3]を新聞で知り，慶応大学時代の学友，佐々木慶太郎とともに同館を訪れた。生田キャンパスは一時期慶応大学のキャンパスでもあり，同君は歴史に関心が深く，大学時代は紙の研究室，藤井光雄先生の研究室に所属していたからである（藤井光雄先生は慶応大学を退職後，旧特種製紙の研究所長をされた）。平成25（2013）年５月20日のことであった。

その時の見学記[8]は別に記した。この時の見学の印象は，筆者が紙業界の分野で研究開発を行ってきたという我田引水的な面もあるかも知れないが，秘密戦用に開発された兵器は紙素材をベースにしたものが重要な地位を占め，研究の遂行に当たっては製紙業界とも深い関係を持っていたとの心象を深めた。

加えて，登戸研究所の研究に直接あるいは間接的に関係を持たれた恩師や試験場長がおられたことが判り，登戸の研究に対して関心が一段と深まった。そこで，見学記を書くに当たって参照した和紙関係の歴史の文献のコピーなどを，老婆心ながら，資料館に送らせて頂いていた。和紙関係の歴史の文献は一般には入手し難いと思ったからである。

具体的には，風船爆弾に関して言えば，手漉和紙工業組合の紙業史関連の書で，高知県（『私本土佐和紙物語』[9]，『土佐紙業史』[10]，『和紙博物誌』[11]など），愛媛県（『紙と伊予』[12]，「紙及びパルプ」[13,14]），岐阜県（『岐阜県手漉紙沿革史』[15]），静岡県（『風船爆弾と静岡』[16]），茨城県（『西ノ内紙』[17]），福島県（紙もあるが主にコンニャク糊[18]），福井県（越前和紙は，気球紙の協力は免れ，軍用紙全般[19]）などで，主要な和紙の産地の紙業史の中の登戸研究掲載記事である。

また，法幣の偽造に関与した企業として挙げられていた製紙関連会社は，巴川製紙所，旧特種製紙（現在は特種東海製紙と称する），凸版印刷の三社であったが，凸版印刷を除く二社は，筆者らが運営していた機能紙研究会（現在はNPO法人）の主力メンバー会社であり，緊密な関係を持ち，それらの社史なども頂いていたことも連絡をさせて頂いた。そして，凸版印刷は，その歴史から見れば，戦前は巴川製紙所とは資本的に不可分の関係にあったことも連絡させて頂いた。

逆に，大学からも製紙業界の関与の記事を多数お送り下さった。

以上のような相互の情報交換の連絡を続けるうちに，明治大学の同資料館から新たに「紙と

戦争」というテーマで企画展を開催したい旨御連絡頂き，館長の山田先生，渡辺先生をはじめ学芸員の方々が，四国にまで調査の手を伸ばされ，筆者もその調査に協力させて頂けた。

これは筆者にとっては大変うれしいことであった。筆者はこの時の一連の出来事は，当時の製紙業界の方々が，軍の定めた厳しく，早急な協力命令に対して，それこそ寝食を忘れて，働いた姿として製紙技術の歴史に留めて，後世に残して置きたいと思っていたからある。当時，軍からは，「少しはお国のために役に立つような仕事をしなさい」といつも叱り飛ばされていた業界だったといわれている[13]。しかも，風船爆弾に対しては，発案した登戸研究所の開発過程と紙貼り・組立作業に従事した女子挺身隊，女学生学徒動員の記録がインパクトの強いドキメンタリー[20, 21, 22]となり，製紙業界の死にもの狂いの協力は，その狭間にあって，影の薄いものとなっていたと思ったからである。

同時に，登戸研究所の研究は，一体後世に何を残したかを，反省を込めて考えてみたいと思ったからである。

筆者は，登戸研究所資料館が，これまで収集され，復原された研究記録を，製紙工業界側に視点を置いて展望すれば，研究内容の見方が変わってくるのではないかと思ったのである。

以上のような背景から，本稿では登戸研究所の秘密戦研究を製紙技術の視点から考察し，登戸の研究は製紙業界に何を残したのかを展望して見たいと考えて，まとめさせて頂いた。

なお，製紙業界の視点に近い立場も視野に入れてまとめられたものに，風船爆弾の分野に限れば，吉野興一の著書『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』[23]と桜井誠子の『風船爆弾秘話』[24]がある。特に，前者は現役世代が御存命の時系列の中でジャーナリストの立場から広く，関係者から聞き取り調査されたので，今となっては大変参考になったことを付言して置きたい。

## 2. 登戸研究所の研究テーマと製紙産業界の結びつき

明治大学では，資料館の見学の中にキャンパス内に残る遺跡のツアーもあり，登戸研究所での研究内容ばかりでなく，史跡もツアーできるサービスを行っていた。

登戸研究所の研究内容と製紙業界の繋がりを考えるのに当たって，筆者が同所を訪問して見学させて頂いた内容を想起しながら，展示室毎に振り返ることで，順次説明していくことにする。

筆者らが訪問したとき，有難いことに，そのツアーの開催日であった。しかも，小雨が降り，その日のツアー参加は私達２人のみであり，ご案内を渡辺賢二先生と学芸員の塚本百合子さんをガイドとして独占したような形で，ご案内頂いた。

### （1）動物慰霊碑にて ～篠田所長の専門分野～

この史跡案内で，出発点である動物慰霊碑の前で，この碑は第２科の伴繁雄班長が当時「青酸ニトリール」と呼んでいたアセトンシアノヒドリンを開発して陸軍技術有功章を頂いた時の賞金で造られたもので，碑の文字は所長の篠田鐐が書かれたと話された。

そのとき，渡辺先生は，篠田所長は紙パルプ研究者ではなかったでしょうか，と同氏の経歴を話された。先生のご説明によると，同氏は東京大学の厚木勝基教授のもとで，陸軍最初の学位号を取られたということであった。

厚木教授と言えば，我が国の初代高分子学会会長をされた方で，大日本セルロイドに籍を置いたこともあることから，篠田所長の研究の一つはニトロセルロースからの紙で，瞬間的に燃えてなくなるような紙の研究などをされておられたのではないかと思った。学位論文の研究には伴繁雄班長もお手伝いされたという。

当時，高分子という考え方が提唱されて，その科学的裏付けがなされつつあった時代で，合成高分子は誕生したばかり，日本にはナイロンのサンプルが入手されたところであった。

従って，天然セルロースの誘導体や再生セルロースが広く研究課題であった時代であったと言える。そういう意味で，登戸の研究に繊維，高分子の素材を利用した秘密兵器の開発が根底にあり，天然セルロースから構成される紙の活用が主体となる基本はここにあったのではないかと思えた。

篠田所長の専門が繊維・紙の分野で，この分野に深い関心を持たれていたことを裏打ちする事実は，敗戦後，登戸研究所が解散した際，同氏は巴川製紙所の第３代社長井上篤の求めに応じて，同社に入社され，研究所を設立して，研究所長として特殊紙の研究開発に従事されたことである。第３代井上篤社長の死去に伴い，第４代社長に就任された。しかも，社長在任中に紙パルプ技術協会の理事長，繊維学会の会長職をなさっておられるのである。登戸の研究テーマが紙パルプに偏りがあったことが直接結び付くわけではないが，当時の最先端の科学技術に繊維・紙の原料の基礎科学となる高分子科学がベースに位置づけられていたということは出来る。

なお，私的なことで申し訳ないが，篠田社長の後任となった巴川製紙所の第５代社長井上貴雄は，筆者と東京都立日比谷高校の14ルーム（１年４組）のクラスメートであったことから，このことに，筆者は関心が深かった。また，筆者がお世話していた機能紙研究会においては，巴川製紙所では武祐一郎，中川三郎などの研究者が電気絶縁紙などの分野で業界を牽引していたことを思い出す。

もう一つ，生田キャンパスは，敗戦後，巴川製紙所の工場になり，その後に慶応，北里大学のキャンパスを経て，明治大学の生田キャンパスとなっている。このような土地の転売過程の中にも，登戸研究所と製紙会社の関わりが見えてくるかもしれないとも思えた。

ただ，巴川製紙所の社史には，この辺の事情は明確にされていない。同社の戦後以降の発展を辿ると，トナーの製造，紙加工剤，機能紙分野の展開など電気材料の部材面に発展する。登戸の研究で培われたポテンシャルの痕跡が直接，間接的に見られるように思えるのであるが，穿ち過ぎた見方であろうか。

### （2）第一展示室の展示

約１時間のキャンパスツアーから，資料館に戻り，第一展示室を観た。ここは登戸研究所の変遷を描き，研究所の歴史的な歩みを表示する展示であった。従来，登戸研究所の航空写真は，戦後米軍の撮影したものしかないといわれていたが，参謀本部の撮影したものが見出され，展示されていた。

この展示室で改めて，登戸の研究の根底となった，第一次世界大戦以降の「秘密戦」というものへの考え方が解説されていた。

近年の戦争は，軍事力だけでなく，経済力と国民の精神力を総動員する総力戦という概念がつくられたという。それに伴い，秘密戦という考え方が制度化されたのだという。

秘密戦とは，敵国内の国防要素を破壊し，国内に攪乱を醸成する手段で，より速やかに戦争目的を達成する目的のために，後方攪乱戦，情報獲得戦，宣伝戦の必要が生まれた。これらを武力戦に対して秘密戦と呼んだと解説されている。つまり秘密戦は，「武力戦と併用または単独で行われる戦争手段で，軍の諜報，防諜，謀略，宣伝的行為及び措置を総称したものである」[25] とされている。

この定義に従って，登戸研究所の研究テーマが選定されていたことになる。そして，登戸の組織体制と運営体制の解説へと展開されていた。

### （3）第二展示室にて

ここの展示は第１科の展示で，風船爆弾作戦の概要である。ここでの展示は和紙からなる気球の製造とその太平洋横断の飛行航路の追跡の研究であった。この研究は，初期はソ連向けの定高度で100kmほど飛行するものであったが，戦局の悪化とともに，最終的には太平洋を越えてアメリカ本土を直接攻撃する戦略兵器に切り替えられて，軍の期待を一身に集め，その気球の大量生産には全国手漉和紙協同組合連合会や特殊紙をつくられているいくつかの会社並びに学徒動員された多くの高等女学校生徒や女子挺身隊など，国民数万人を巻き込む一大協力作戦へと展開した。

この研究はアメリカの原子爆弾の製造研究「マンハッタン計画」とよく対比されるが，研究に従事された高田貞治 [26] の論説を読むと，次のように，風船爆弾（この言葉は新聞用語で，正確には「ふ号兵器」と呼ばれていた）も，かなり厳密な設計が施されている。単なる風船と

異なり，アメリカ本土に着実に到着できるように，高度維持と航路が設定され，目的地に到着すれば，爆弾を投下後，自動消滅するように設計されていたのである。

①球皮製造は水素が３日保持できるように綿密に設計されている。

②高度は気圧と気温で10,000mを維持し，日没，日の出による温度変化に伴う水素体積の変化は内圧の調整とバラストの投下で浮力を調整している。

③高度10,000mを維持するようにバラストを投下し，4,000mで自爆するような電気回路がつくられていた。

④航路はラジオゾンデで追跡し，３点測量で位置決定された。

⑤低温で機能する時計で，一定時間後に消滅するなどである。

他に，⑥重量オーバーと材料入手難で実現しなかったが，照準器も発案されていた。これは目標上空に達したとき，レンズが太陽光線を受けて焦点を結び，その熱で可溶合金の剥片を溶解して，電線を接続し，兵器投下系回路に電流を通じて，目的の投下と自己焼却破壊する装置である。

ここで，陸軍において，風船爆弾研究はどのように行われてきたか，その過程を顧みておこう。その経緯については，このプロジェクトリーダーとして担当された草場季喜少将の論説[27]が最も正確であろう。研究は太平洋戦争以前と以降の２期に分けられ，２期目の後段で，製造の基本的規格書までを陸軍で綿密に用意し，生産段階になってはじめて，手漉き和紙工業組合連合会及び中小企業の製紙会社（紙統制会社）の協力を求めている。

〔１〕第１期（太平洋戦争以前），宣伝謀略用気球の研究開発

気球を飛行機から放球し，等高飛行させて遠距離を爆撃するというアイデアは，昭和８（1933）年頃からあり，東満州の国境からウラジオストック地区を攻撃するものとして開発され，到達距離は100kmであった。

この兵器の開発は，登戸の前身である陸軍科学研究所時代で，担当したのは小林軍次少将，辻川少佐，宮川技師の三人とされている。この三人の気球の構成材料はコウゾ紙とコンニャク糊の重ね貼りであるとしているが，誰が発案者であるかは判らない，と一條三子[28]は「小川町の和紙と十五年戦争～風船爆弾の嚆矢～」と題する論説の冒頭で書いている。

この論説の主題となっている小川町とは，埼玉県比企郡小川町で，和紙の産地のことである（拙著，『和紙の里紀行』31～58頁，美巧社，2015年参照）。同地の紙の原料コウゾは「那須コウゾ」と呼ばれ，埼玉・群馬・茨城地区でコンニャクと一緒に栽培されていた[17,29]。歴史的に見ると，那須コウゾの栽培地はもともとは水戸藩で，その紙は「西ノ内」と呼ばれ，久慈川流域の西野内地区でつくられていた。ここはまた，コンニャクの産地でもあったということは注目される。

論を気球に戻して，一條三子[28]は，三人の研究を実際的にリードされた中心人物は「近藤技術将校」であったと，小林少将の御長女からの風聞を書いている。

そこで，風船爆弾に関係した近藤技術将校なる人物がキーパーソンであると考えられるので，更にその近藤なる人物を調べると，近藤姓の人物で，風船に関係する人物が二人出てくる。一人は近藤石象といい，関東軍総司令部参謀部作戦班付，もう一人は近藤至誠である。

前者の近藤石象は気球攻撃を提唱し，昭和17（1942）年に関東軍総司令部参謀部作戦班付になり，隠密空輸挺進法のプロジェクトリーダーになったとある[30]から，登戸の風船爆弾の研究には関係がないが，風船兵器のところでまた出て来る。

後者の近藤至誠は，「陸軍士官学校９期卒で荒木貞夫大将と同期の人物で，陸軍少佐の時，デパートのアドバルンを見て，「風船爆弾」での空挺作戦を提案し採用されなかったため，自ら研究を行うことを決意し，軍籍を離れた」とあった。

従って，小林少将のご息女の示唆された近藤とは，国産科学工業研究所の所長の近藤至誠のことであると思われた。確かに，この近藤至誠と国産科学工業研究所は後段の民間企業との関係で，風船爆弾の製造と密接な関係を持っていた。同研究所は後に国産科学工業株式会社となり，和紙業界の風船製作の指導に当たっている[9]。

さて，このような初期のアイデアの段階の過程で，昭和14（1939）年には関東軍の第２気象連隊内に風船爆弾の研究教育に専念する第７中隊が設置され，実用試験が行われるようになったという[28]。近藤石象の周辺のことである。以後しばらくは対ソ連戦用兵器として位置付けられていたが，昭和16（1941）年12月に太平洋戦争に突入し，対米戦秘密兵器の役割が与えられた。ただ，この期に至っても関東軍では対ソ戦用兵器として独自の研究がなされた。この時の気球は打ち上げから爆弾投下まで，体積が同じなので，「等球気球」と呼んだと東京陸軍兵器本部造兵部監督官であった高石馨[31]は書いている。

もう少しこの期の研究について，軍ではなく，民間での研究を述べておこう。気球紙の基礎的な研究は軍ではなくむしろ，民間でなされていたからである。

一條三子[28]は，先に述べたように，和紙の産地，埼玉県の小川町と気球紙の関係を記述するなかで，「コウゾ紙とコンニャク糊からなる風船爆弾を実用化するために，近藤至誠は軍属を離れて，国産科学工業研究所を立ち上げて，民間人の立場から研究をされた」と書いていたからである。

軍属を離れて国産科学工業研究所を立ち上げた近藤至誠に，小川町で造られるコウゾ紙を結びつけたのは，和紙問屋の老舗小津商店であったという。この両者の結びつきは『小津三百三十年の歩み』に詳述されているということである。小津商店は東京の日本橋にあり，我が国で最も古い和紙問屋（文献[11]，159～164頁参照）で，和紙産地のことは熟知している。そのお陰で，気球原紙に小川産の「細川紙」が使われるようになったと記されている。

比企郡小川町及び秩父郡秩父村で造られる和紙（ここでは小川産和紙と略称）は，通常「細川紙」と呼ばれている。それは同地区が元来紀州国（和歌山県）伊都郡細川村（高野町）の技術を移植したからである。つまり，小川産和紙は眞言宗高野派の僧侶が使った高野紙と同系統の紙なのである。

「細川紙」は，和紙の歴史の中では「石州半紙」,「本美濃紙」とともに国の重要文化財として指定されている，那須コウゾという最良のコウゾを用いて漉き上げた和紙で，強度が均質で強く，軽量な紙である。平成26（2014）年にはユネスコ無形文化財遺産にも登録された。

那須コウゾという和紙原料が風船爆弾に結びついたことは，最も上質なコウゾが球皮原料として選ばれことを意味する。なぜならば，茨城・群馬・埼玉辺りがコウゾ栽培の北限で，育ちがあまり良くなく，そのために丈も小さく，繊維が細いのである。そのパルプ繊維は細く，強く，軽く，均質な紙を与えるのである。風船爆弾には最も適した特性を具備していた紙であった。偶然ではあるが，このように適する紙が東京の近くにあったことが幸いであった。

しかも，那須コウゾとともに接着剤としてのコンニャク糊も栽培地がほぼ同じで，畑作方式と称してコウゾとコンニャクは同時に同じところで栽培されていたのである。それ故，手近なところから，最も適した紙原料も糊原料も手に入ることが出来たのである。

このお陰で，国産科学工業研究所では，昭和11~12（1936~37）年頃までには，同所の和田栄一が球皮に懸垂機器を取りつけるまでに気球爆弾の開発が進んでいたという。いわば，初期の風船爆弾は，ほぼこの民間会社で基本的な製法が完成していたと言える。

先に小川産の和紙,「細川紙」を結びつけたのは小津商店であると書いたが，それは同社の岡村政三という人物であった。当時の商法に従えば，消費地問屋である小津商店は産地問屋を介して取引しなければならず，そこで，小川町の現地問屋・新井商店の新井郡時を指名し，使用目的を明らかにせぬまま生産者の久保喜八，関口実平に試験漉きを依頼したという。いわば，和紙の自然の商取引の中で，風船爆弾の原料が，その産地と結びついたといえるのである。

風船爆弾用の紙の条件は，原料として，その年の春芽吹いた一年もののコウゾだけを使い，晒す水も特定の場所の清水だけ，あまりに薄くて重ねた紙をはがす時には湿紙がよく壊れ，カンダ（乾燥板のこと）を裏返すなどの工夫も必要だったと書かれている。薄く漉くために工夫が必要であった。

気球造りは，この紙６尺（182cm）×２尺２寸（67cm）に別に漉いた２尺２寸の紙を３枚並べて貼り，２層にした。コンニャク糊は20数回重ねたという。コンニャク糊も伝統的な使い道の中で選ばれているのである。

このようにして，民間ベースで，国産科学工業研究所の特別注文の気球紙（ふ号兵器では「生紙（きがみ）」と呼んでいる）が埼玉県小川で久保，関口によって造られ，小津商店を介して同研究

所に納入されていた。そして，同研究所で気球に仕立てられ，関東軍に送られ，宣伝用気球として使われた。その時は爆弾ではなく，低空の地上風を利用して，敵の背後に宣伝ビラを散布するものであった。

このように早い時期から気球紙が和紙の中でも細川紙という軽くて強い紙をコンニャク糊で貼り合わせるという基本的な工法が結びついたことは，その後の「ふ号兵器」の開発に効率的な展開を許すことになったのである。

以上の小川町と気球の結びつきの話は，一條三子[28]の論説から引用したのであるが，時代かいつ頃のことなのかが，明確には読み取れない。筆者は恐らく昭和８（1933）~11（1936）年頃の出来事ではないかと思っている。

因みに，風船爆弾の経緯を話し合った紙及びパルプの座談会[32]の中で，登戸研究所の紙の専門家伊藤覚太郎が，風船爆弾の生産に当たって，全国のコウゾ黒皮・白皮の生産量350~400万貫の中で，小川町に配給されたものは32.5万貫であったと発言している[32]ところを見ると，軍は埼玉県の手漉和紙工業会に期待することが高かったと思われる。

当時，この分野で，この地域の手漉和紙工業組合をリードしておられたのは，埼玉県製紙工業指導所長の中村和であった。同氏は，文化庁で手漉き和紙部門を統括された柳橋真により，当時鳥取県工業試験場の技師であった小路位三郎とともに，手漉き和紙業界を統括されたリーダーだったと評されている。筆者の現役時代（昭和の後半期）でもそうであったが，埼玉県製紙工業指導所は，埼玉県でだけでなく，関東地区全域の和紙産業を統括していた。一條三子[28]は小川町と風船戦爆弾のかかわりの中で，同氏が『関東特産小川和紙』という小冊子を書き遺されていると文献欄で述べられている。小川和紙に関する文献は少なく，もし残されていれば貴重なものであろう。

しかし，この段階では，まだ登戸研究所とは同氏は登戸の研究とは直接的な関係はなかったと思われる。

〔２〕第２期（太平洋戦争時），攻撃用気球への変身

太平洋戦争の初戦は奇襲攻撃作戦が功を奏して，戦勝ムードであったが，昭和17（1942）年４月にドウー・リトル空襲を受けてから，軍の作戦本部は強く衝撃を受け，米国本土攻撃をする作戦を構想した。

最初の反撃作戦においては，海軍の力を借りて，潜水艦で太平洋西岸1,000kmまで近づき，潜水艦から爆弾を積んだ直径６m程度の気球を揚げるという比較的単純な作戦であった。

しかし，ミッドウェー沖海戦で海軍が壊滅的な損害を受け，潜水艦の利用は無理と海軍から断りが入り，太平洋横断型気球の開発作戦へと切り替えられた。

〔２-１〕第２期前期（太平洋戦争中期），潜水艦利用の中距離風船爆弾の開発

昭和17（1942）年秋ごろからアメリカ本土に艦船で接近し，風船爆弾で攻撃を行うことが考えられ，昭和18（1943）年初頭になって，潜水艦ならば西海岸に1,000kmまで近づいて攻撃出来ると考えて，直径６mの気球を利用することが検討された。それは昭和18（1943）年９月に中央気象台から提案された着想に基づくもので，海軍でも独立に研究が進められていた。そして，陸軍では，米子付近から本州を横断して太平洋上まで飛行させる実験がなされ，可能性が確認された[31]。

このアイデアは陸軍のみならず，海軍自体も持っていて，相模海軍工廠が海軍気象部と協力して，行われていた。研究に当たったのは，相模工廠の田中清少佐，海軍気象部の足立左京中佐などであった[33,34]。海軍のものはB型気球と呼ばれ，陸軍のものをA型気球と呼んで区別された。

B型気球は羽二重をゴム引きし３枚合わせた球皮である。構成は，気球本体，簡単な投下バラスト及び投下弾投下装置及び投下弾からなっている。この球皮の直径は9.1mで，排気弁を有し，座帯吊索が付いていることは同じであるが，球皮は強靭で，そのために吊索の数は少ない。強度は大きいが，重く，高価である。設計は名古屋大学の中村教授や藤倉工業の関根技師が行ったと書かれている[27]。

陸軍の無圧方式に対して，海軍のものは有圧方式であった。水素ガス漏れは球皮を厳密に検査すれば，２~３日程度の飛行ならばなんとか持ちこたえられるということで，海軍はこの選択を下した。これも「等球気球」である。

深川の元飛行機格納庫で水銀60mmの耐圧試験，ガス漏れ試験が行われた。その後，この技術は，陸軍に移管され，耐圧水銀60mmの排気弁を付し，内圧が過度に上昇した場合の破裂防止対策が施された。そして，昭和19（1944）年11月一宮で行われた飛行実験では87時間の飛行記録が樹立されたという。陸軍は，海軍のメンツを重んじ，海軍の技術も検証したのである。

海軍の有圧方式に対して，陸軍のA型気球は無圧方式で，高度維持は後述するように，バラストの投下で行う。バラスト投下による重量減量で高度を復するもので，高度は気圧で決定している。気球はバラストの重量に見合う平衡高度に達する。朝の日の出の時は，ガスの膨張に従って弁から水素ガスが放射するので，高度は特別な変化は起こらない。１回の夕刻に対して，水素は収縮するので，大体１割余りのバラストを投下して，高度を保持する。このようなことは翌日ももう一度同じ過程を繰り返す。もし太平洋横断に３日以上かかる場合には，目的地到達は不能になるという計算になる。しかし，球皮の機密性は有圧方式に対して極めて緩和になり，和紙/コンニャク糊系で，十分対応できるという計算であった。

どちらが実際に有利か，球皮材料について第８研究所の高田少佐，小日向少佐らが，ゴム引き布，油脂皮膜，合成樹脂，合成ゴム，各種糊料など当時得られるあらゆる材料を渉猟試験し

た。そして，結論的に和紙/コンニャク糊系に勝るものは発見できなかったと草場少将[27]は書かれておられる。

このように和紙素材とコンニャク糊の選択は極めてすぐれた素材を選択したことになったのであるが，これは章を改めて，天然セルロース繊維の特性とそれから水を媒介で造られる製紙技術を考察することにする。

〔2-2〕第２期後期（太平洋戦争末期），高層偏西風利用の太平洋横断遠距離風船爆弾の研究

昭和18（1943）年７月，陸軍省軍務局長佐藤賢了が「何か敵をアッと言わせる手はないものか」という発想を求めていたところ，上空高層の偏西風を利用する風船爆弾の案が急に現実味を帯びてきた。

そこで，中央気象台に勤務されておられた荒川秀俊技師に調査依頼し，太平洋上層気流の基礎的な調査が行われ，風船爆弾の軌跡の推定図がつくられた。それは太平洋上空10,000m及び12,000mの高度における月平均気圧を推算し，等圧線を引いたもので，気球のストリームラインは，この等圧線に沿い，風速はこの等圧線の間隔で表わされることになる。これを基に，放球後の24時間後，48時間後，72時間後の気球位置を推定し，気球の全流軌跡図が作成された。このチャートから気球の航路が推定出来たのである。

気球爆撃について，昭和18（1943）年３月南方作戦が急になって，潜水艦を気球攻撃用に使うことはできなくなったと陸軍に断りが入り，海軍の成果はすべて陸軍に移管され，陸軍では有圧方式にすべきか，無圧方式にすべきか，激しい議論が交わされたことは上述した。

結論は無圧方式を選択するということであった。

理由は，①従来の研究の蓄積から急速に有圧方式に切り替えることは困難である，

②量産は有圧方式では困難である，

③コストは無圧方式で１球2,000円，有圧方式で10,000円以上と見積もられた，

④有圧方式はゴム，ベンゼンなど重要な軍需資材を多量に必要とする，

⑤有圧方式は軍隊で放球することが難しい，など。

かくて最終決定は，球皮に使う材料としてバイオマス由来の天然セルロースからなる和紙とコンニンャク糊の貼合せで構成した球皮からなる風船爆弾を放球することに決まった。

昭和18（1943）年８月，兵器行政本部から太平洋横断の「ふ号」作戦の本格的な研究命令が発せられた。これまでの研究を活かして，大量生産が出来るように，設計規格を定めるように準備が始まった。

基本設計は，冒頭で述べた太平洋横断気球の最終設計と重複するが，再度整理し直すと，要点は次のようである。

①和紙ベースの無圧方式気球を利用し，バラスト投下によって飛行高度を保持すること，

②気球の直径は約10mとする，

③飛行高度は初期10,000m，

④全部のバラスト投下した時点での重さは約12kgとした。

それに伴って，気球紙の設計については，昭和15（1940）年に第３科で法幣の偽造プロジェクト「杉工作」を担当していた伊藤覚太郎技師が第１科に転じて，和紙の製造の規格書，紙の貼合わせ加工の規格書など，具体的に和紙業界に業務を委託できるような作業手順の作成に加わった。

同氏は実家が万常紙店であったことから，東北大学で化学工学を専攻し，王子製紙での研究業務従事中に昭和13（1938）年に召集され，幹部候補生として登戸研究所に配属された人物である。終戦後は，実家に戻り，第４代目マンツネ社長となられた[32,35]。研究所時代には，手漉き和紙の供給量が不足したので，コウゾの機械漉きを手掛けている[36]。

因みに，登戸研究所で「紙と戦争」展で特筆される研究者は，筆者の私見では三人おられる。一人は所長の篠田鐐，二人目は伊藤覚太郎，三人目が偽札プロジェクトを行い，戦後は名古屋で明和グラビア化学を設立した大島康弘[35]である。

この段階で，伊藤覚太郎は和紙工業組合の専務理事森沢武馬及び埼玉県の製紙指導所長の中村和と密接な連携を取ったものと思われる。

〔２-２-１〕陸軍の手漉和紙工業組合への協力要請

気球の本体の設計は，これまで国産科学工業研究所（近藤至誠の歿後，国産科学工業株式会社となった）と埼玉県小川町の手漉き和紙業者の線で極秘事項として進められてきたが，作戦を実行するためには，気球紙，即ち生紙の大量生産を手漉和紙工業組合連合会に発注の命令を下さねばならなくなった。和紙組合が密かに命令を受けた時期は，ドウー・リトル空襲のあった昭和17（1942）年の年の暮れだ[37]という。

当時，手漉和紙工業組合連合会は国家総動員法で統制組合になっていた。産地組合は主たる産地では規約を改定した。岐阜県と福井県の改訂された規約を見ておこう。美濃紙の里で見る[15]と，産地問屋の商業資本の支配を脱し，工業者主体の組織となり，また，親方制度が廃止され，漉き子が親方から分離し，戦時経済，即ち統制経済に順応した組織になっている。越前和紙工業組合[19]でもほぼ同様である。その時代の手漉和紙工業組合の組織と理事長名を探したところ，手漉き和紙で人間国宝になられた安部栄四郎の履歴を著した本[38]に掲載されていた。

軍に呼び出されたのは，紙統制会社の社長（森沢武馬の論説では理事長となっている。これは手漉和紙統制組合の理事長かも知れない）と全国手漉和紙統制組合の専務理事であった[37]。呼び出し先は陸軍省軍需課であった。後年，風船爆弾に関する座談会[32]で，森沢武馬らが軍

との関連性を回顧しているのを見ると，理事長とあるのは紙統制会社社長の信貴英蔵で，その時森沢武馬は日本手漉和紙工業組合連合会専務理事という立場であったのではないかとも思う。紙統制会社とは，洋紙，板紙，手漉き和紙の各連合会を統一した会社であった。

招集において，軍は紙の使用目的も言わず，100%コウゾ紙，特に典具帖紙に似た薄紙を大量にしかも緊急に調達するようにという命令を下した。

軍の調達令は，①当時コウゾ（白皮・黒皮込み）の生産量は350万貫で，民需を圧迫しないように，何期かに分けて集めること，②高知，愛媛，岐阜，福岡，鳥取，埼玉，石川の和紙の産地７県から集めること，③各県の折衝は迅速に円滑にすること，④これらの各県の関係者は軍の嘱託とするというものであった。

この命を受けて，森沢らは指定された県の調達指導者を決めた。高知は試験場長の高橋享，愛媛は加藤嘉一場長，福岡は西野弘技師，鳥取は小路位三郎技師，埼玉は中村和指導所長，石川は浜田技手（後年，鹿児島工業試験場に転任された方）などが参集している。これ以外には岐阜県の森技師などがおられる。

当時，手漉き和紙の主要な産地には製紙試験場（時に製紙指導所，工業試験場）があり，各産地の技術，経営の指導を行っていた。試験場の技師は，製紙技術官と称し，場長クラスは県を跨いで人事異動出来た。筆者が製紙分野を担当した時代からの組織構成から考えて，高知，愛媛，埼玉，鳥取，福岡は製紙関係の場長またはそれに準ずる技師，石川には製紙試験場はないが，工芸分野の担当者が集められたのではないかと思う。そこで，コウゾの原料の収集量や製品規格などを調査することが決められたのではないかと思う。森沢は「紙及びパルプ」誌の座談会[32]では，コウゾの生産量を聞かれて，白皮と黒皮合わせて350~400万貫と答えている。そして，各産地に帰って，実際に在庫調査をされたと思われる。ただ，その時は，命令の目的は軍から明らかにされなかったが，何回か接触しているうちに，業界では用途は風船爆弾だと推測された。ただ，他言は出来なかった。軍令は厳しいものであったが，生産を担当する和紙組合とは再三再四の打ち合わせがあったと思われる。

〔２-２-２〕太平洋横断気球への設計変更

ところが，森沢を驚かすことが起こった。昭和18（1943）年９月のことである。陸軍の作戦の変更で，気球の基本設計が変わり，太平洋横断の気球をつくることになったという知らせである。井出佐重主計少尉が，軍事課の国武輝人少佐から告げられた命令であった[23]。

その作戦によれば，気球の直径が6mから10mになり，従って，気球の表面積はこれまでの３倍になり，気球の生産総量もけた外れに多く，万単位の気球を用意しなければならないというのであった。製造仕様書は伊藤覚太郎によってつくられて，井出経由で森沢に渡された。

これに伴う実際の作業は，①コウゾだけを漉いた紙，接着・湿気防止剤としてのコンニャク

粉を集めること，②紙の張り付け作業は，東京蒲田の工場（国産科学工業株式会社）で行うこと，③満球テストは日劇でおこなう。後に，この作業は国技館でもなされたと森沢[37]は回想されておられる。

ところで，上記の命令を執行するに当たって問題になったことは，産地によって紙の大きさも厚さも，強さもバラバラであったことであった。

伊藤覚太郎は埼玉の製紙工業指導所の中村和らと協議して，**表1**のように紙の大きさは５種類，強度はタテとヨコの抗張力の比率に統一して，坪量は２水準にして**表2**のようにコウゾ紙の製品規格定めた[13,14]と筆者は推測している。規格書の設定に当たって，相談相手の中心になったのは中村和ではないかと考えている。

同氏は小川町が国産科学工業研究所との付き合いが長く[28]，気球紙に必要な特性についてはよく心得ているし，いくつかの産地（高知，鳥取，埼玉）を渡り歩いているので，各産地の紙の特性の違いなども把握しておられたと思われるからである。軍は小川町に全国のコウゾ生産量の1/10に相当する32.3万貫を支給し，逆に，小川町は，軍には球皮用紙を納めた。球皮は擬革原紙として自動車用のエンジンパッキングに応用され，また中国戦線の防寒服の芯に応用された実績を持っていた。このような軍事用品の納入実績もものを言った。この産地は軍の需要で，他産地とは違って，和紙生産者は不況を知らなかったという。

ところで，球紙の標準の次に，軍と和紙業界が協議したことは産地別の生産量の配分であった。森沢は，コウゾの全国生産量を白皮・黒皮ベースで350~400万貫と見なしていたが，軍の要求も，これまでの需要に支障を与えないように調達しなければならないという理解あるものであった。

考えてみると，和紙のこれまでの最大の需要は大蔵省印刷局の紙幣，証券などで，その原料分の圧迫はないようにという配慮がなされたのであろう。

加えて，和紙の産地は，「軍用紙」[39]，「軍納紙」[19]などの名称で軍から発注された特殊紙，一般紙を納入している。気球紙を追加納入する時，そのような産地に対しては一定の配慮をしていたのである。

ところで，軍用紙（または軍納紙）とはどんな紙かと言えば，高知県では，製紙試験場で開発した紙として，航空用ガソリンタンク周壁材料，断熱紙，紙製救命衣，食料保存用防湿紙，弾薬包装耐湿紙，航空機尾翼製作用型紙，典具帖紙を母体とした通気性耐水紙，コンデンサー・ペーパー，紙製薬剤煎出袋，蒸気パイプ保温紙，他には動員女工の綿紙などが挙げられている。

岐阜県の美濃和紙組合では，軍票，国債，公債の用紙としての和紙，気球原紙，軍用テント，爆弾包装紙，上述の航空機のパッキング用擬革原紙，地図，図引紙，作戦命令用複写紙などである。また，銃後と呼ばれた内地では温床紙，米麦防雨用テント，蚕種掃立紙などの農業

用紙，他に社債，株券，証券，複写用紙などの需要があり，和紙産業は立派に戦争に参加していると説かれている。そして，陸海軍当局より，美濃和紙組合には直接発注されて納入したものとして，生紙（きがみ），西ノ内，泉貨紙，コウゾ半紙，障子紙，ガンピ紙，謄写版用原紙があり，岐阜県産の紙が約８割を占めていた[15]と書かれている。前述のように生紙とは，ここでは球皮用紙（純コウゾ紙）のことである。（もともと和紙業界で「生紙」というのはコウゾまたはガンピだけからなる紙のことで，米粉などの糊を添加していない紙を指す言葉である。）

福井県の越前和紙組合[19]でも，軍需品としての和紙を多数納めているので，気球紙の納入先の指定は免れている。

このような配慮の下で，軍から生産命令を受けたのは，高知，埼玉，岐阜，愛媛，鳥取，福岡，そして石川の７県であった。これらの各県の割り当てられた生紙の種類を**表３**に示す[13]。

この時の指令は，万のオーダーの気球をつくるということで，産地に流れたが，産地の事情は厳しいものであった。漉き手の若い男は徴兵，金属製の生産設備は供出，原料コウゾは配給制で不足しているという状態であった。ただ，高知県だけは原料コウゾの栽培に力を入れていたお陰で，在庫があった。そこで，高知産のコウゾが各産地に配給されたという。この段階では，コウゾの品質についてはあまり問われず，とにかく量を確保しなければならないということではなかったかと思う。端的にいえば，原料づくりのための作業時間と人手が十分になかったのである。白皮作りに遊女までも駆り出された話が『土佐紙業史』[10]には載っているが，家族総出は普通で，女，子供までも作業に参加した。

軍も規格に合わないサイズの道具は，すべて新調するように予算を付けたようだ。

では，これでどの程度球皮がつくられたか，参考までに，結果を，吉野興一が，愛媛県の生産実績を基準にして７県の月生産枚数を出しているので**表４**に示す[23]。ただ，原料のコウゾの提供先について高知県以外に，愛媛県，栃木県，埼玉県などの原料生産地からも出荷されたという説[40]もある。

用紙について，手漉き組合だけでは，生産に間に合わず，登戸研究所では伊藤覚太郎らが機械漉きを研究された[40]といい，数社の機械漉き工場がコウゾ紙の抄紙に成功したと報告されている。その会社は，小田原製紙，日本紙業，三菱製紙，巴川製紙，高知製紙，上田製紙，丸井製紙などである。この中で，小田原製紙と日本紙業が特にいい紙を生産したと西健男[40]は書いている。これらの中小企業は，おそらく紙統制会社に所属する企業であったと思われる。

コウゾの機械漉きは，簡単ではなく，古くから試みられてきたのだが，成功していなかった。これらの会社で成功したというのは，コウゾ繊維を切断したり，一部木材パルプを混ぜたり，円網の流れを変えるなどして規格に合格するようにしたのではなかったかと思う。恐らく地合いは手漉きの細川紙と比べたら格段に落ちるものであったと推定する。

後述するが，球皮は破裂しないで，コンニャク層を均一に保持して水素が漏れなければいい

のである。筆者は，コウゾ紙はコンニャク被膜の支持体で，ある程度の強度（抗張力）があればよく，コウゾ及びコンニャクの被膜の水酸基が水分子とともに水素結合によるクラスター構造を形成して，水素の漏洩を防いでいたとの仮説を考えている。

なお，資料館の展示室には，山梨県の市川三郷町（西八代郡市川大門町）で漉かれたという手漉きの道具が展示してあった[41]。市川大門町は風船爆弾の原紙生産地ではない。これは恐らく，当時，愛媛県製紙試験場長であった加藤嘉一が同地の指導者として転任しているので，同氏の指導の下に同所で造られたものであると思う。加藤嘉一は，上述のように戦前は愛媛県の試験場長であったが，戦後，埼玉県小川町の製紙試験場長に転任され，退職後は，更に市川大門町の町立製紙試験場の嘱託技師として，同町の製紙試験場の職員小林弘史を指導された。その指導の一環として造られた道具ではないかと，筆者は推察する。

〔2-2-3〕球皮への加工の女子学生挺身隊の協力

コウゾの生紙が製紙工業界に委託され，次はその紙から球皮を製造する工程が円滑に進むように工程を定めなければならない。策定には，コンニャクの研究で著名なお茶の水女子大学の大槻虎男教授が協力され，詳細な製作作業工程が決められたと思われる。

それは，水素ガスが漏れないように均一に紙を貼り合わせ，そして厚く塗布するという指示からなっている。細かい作業は貼り合わせる紙の枚数にもよるが，５枚貼り合わせ場合は，25工程にも及ぶ[42]。紙と紙の接着には薄い糊を，水素ガスの遮へい用には濃い糊を中間に挿入している。均一に塗られているかどうか，塗り残しがないかは，青色染料を添加し，目視で判るようにしており，また，コンニャク糊は塗布した後，アルカリ処理で$\alpha$-グルコマンナンから$\beta$-グルコマンナンへ転換[43]されて，紙と緊密に接着され，最後にグリセリンで軟化処理するというものであった（ここで，$\alpha$-グルコマンナンと$\beta$-グルコマンナンという言葉が出てくるが，これは結晶形の差異で付けられた名称である。天然セルロースとデンプンに見られるエーテル結合の$\alpha$-1,4-結合，$\beta$-1,4-結合などの$\alpha$,$\beta$とは無関係である）。

この接着・塗布作業は若い女性の手で塗るのが最適として，各地の高女の学徒動員，女子挺身隊が担当した。アルカリで手が荒れ，乾燥器を使うので蒸し暑く，高湿度の中で，神経をとがらせる作業であった。それらが後に苦労話の秘話[20,21,22]となった。しかも，動員者数も多かった。吉野興一の調査リスト[23]でみれば，100校以上の学校から動員に出ている。

また，最後には完成品として水素の漏洩を検査する満球テストが行われた。東京では日本橋の日本劇場，東宝劇場，有楽座，浅草国際劇場，両国国技館，京都では甲部歌舞練場，大阪では道頓堀の映画館など大きな建物が軒並み接収されて，それでも不足して応急で建物もつくられたという。

これらは，まさに戦線厳しいなかでの作業であった。国民は「神風」を信じて，黙々として

作業に従事していた。時期は昭和19（1944）年６月以降である。この部分の作業場は小倉造兵廠，大阪造兵廠，名古屋造兵廠や軍の指定学校工場などであった。

〔３〕太平洋横断風船爆弾としての仕上げ

再び登戸研究所の研究に戻る。太平洋横断の気球を挙げる作戦の前後まで戻ることになる。とりあえず潜水艦から打ち上げる設計に基づく試作品が，昭和19（1944）年１～３月にわたり約200個試作され，千葉県一宮で大規模試験が行われた。テストの目的は，気球の飛行状況と高度保持の確認である。この試験は材料の低温低圧に対する性能不良の改善の効果のチェックでもあった。具体的には，緩燃導火索が導火しなかったための改良試験であった。

この問題解決には陸軍第５及び８技術研究所，東京第二造兵廠，陸軍気象部などの研究部門の研究者，中央気象台，八木秀次博士，藤原咲平博士，眞島正市博士，佐々木達次郎博士などの頭脳の協力を仰いだ。そして，９月ごろまでには，滞空時間70時間以上に及ぶものが数回得られるようになった。この70時間の滞空時間のテストが作戦の転換の論拠となったと言える。何度も造り直された設計であるが，次の要点が最終設計[26,27]の概要である。

①気球は直径約10m，下端に排気弁を有し，気球の赤道の少し下に座帯が付き，そこから吊索が下がる。

②高度維持装置はバラスト投下の自動装置で，バラストとして重量2kgの砂袋を32個吊るす。

③気球と高度保持装置とには，それぞれ投下弾を投下した後，それらを粉砕するための爆弾が装着される。なお，高度保持装置（飛翔装置）にはバラスト投下機構と砂マグネット系装置の２種類が開発された。

④投下弾は，5kgの焼夷弾４個と15kgの焼夷弾もしくは爆弾１個より成り，前者はバラストと同様な状態で懸吊され，最後のバラストの役目をなし，高度保持装置の中央に懸吊する。

⑤各部の重量分配は次のようである。

| | |
|---|---|
| 気球 | 75~80kg |
| 高度保持装置 | 約25kg |
| バラスト | 約64kg |
| 投下弾 | 35kg |
| 総重量 | 199~204kg |

高度10,000mの気球の浮力は約196kgで，初期高度は10,000mとなる。ラジオゾンデを付したものは，電池の重さが約60kgであるから，高度は9,500m内外。バラストを投下するに従って，逐次高度は高まり，最終的な高度は12,000m近くになる。

〔４〕太平洋横断風船爆弾の発射

反撃の期待を込めた風船爆弾は，福島県勿来（現いわき市南東部），茨城県大津（現北茨城市の長浜海岸），千葉県一宮の三か所から放球された。大本営直属の放球部隊が編成され，連隊長は井上茂大佐で，その下に第１大隊1,500名，第２大隊700名，第３大隊600名という編成であった。

水素は昭和電工をはじめとする京阪地区からボンベで運ばれた。ただ，大津だけは現地で水素を発生させた。水素はフェリシリコンと苛性ソーダから生成した。化学反応式は次の通りである。

$$2NaOH + Si + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2$$

つまり，水分子のケイ素による還元反応である。この０（ゼロ）価のケイ素は鉄と炭素（コークス）による還元反応でつくられる。

放球の時期と数は，高田貞治[26]に従えば，昭和19（1944）年11月から翌20（1945）年４月までであり，放球数は，次のように，全体で9,300発，そのうち海軍のB球が300発であったという[26]。

| | | |
|---|---|---|
| 昭和19（1944）年 | 11月 | 700発 |
| | 12月 | 1,200発 |
| 昭和20（1945）年 | １月 | 2,000発 |
| | ２月 | 2,500発 |
| | ３月 | 2,500発 |
| | ４月 | 400発 |

〔５〕アメリカ本土への到達数

放球した風船は，果たしてどのくらいアメリカ本土に到着していたであろうか。米国は厳密な報道規制を敷き，戦争中は殆ど判らなかった。筆者がスミソニアン博物館から入手したMikeshの報告[44]によると，昭和19（1944）年11月４日から昭和20（1945）年７月28日までの間に発見されたものは，285個であった。そこには，到着した場所と日時が詳細に記入されていた。

吉野興一の本[23]には，ウェーバーの戦後の調査などを入れて，全体で361個とし，アメリカの各州で発見された風船の分布数を掲載している。他に，レポートとして山林の火災などの発生，そして「オレゴンの悲劇」と呼ばれている爆弾による殺傷なども報告されている。

ただ，この報告で注意しなければならないことは，風船爆弾は元々時限で消滅するように設計がなされていたということである。残存物としてカウントされていたものは，その装置がうまく作動しなかったものの数である。従って，到達数はもっと多かったと考えねばならないで

あろう。明治大学の資料館の展示では1,000発ほど到達していると推定されておられるのも，この論拠に基づくものであると思われる。さすれば，アメリカ本土に到着したものは，確率的には10%余りと言えようか。

余り基礎データがない中での設計であるが，日本の人智を結集した風船爆弾である。確率的には高いとみなければならないであろう。

さて，長々と「ふ号兵器」について述べてきたが，第１科ではこの他の研究としては，「く号兵器（怪力光線）」，「ち号兵器（超短波レーダー）」，「ね号兵器（熱線利用射撃管制装置）」などがあった。しかし，これらは主題から離れるので割愛する。

### （４）第３展示室にて

この展示室は，第２科の研究分野で，化学関係であった対人用毒物兵器，「青酸ニトリール（アセトンシアノヒドリン）」などが開発された。動物慰霊碑はその研究の賞金で造られたもので，伴繁雄技術少佐の賞状などが展示されていた。他に，超縮小写真技術として，スパイ用の小型カメラ，秘密インキ，オブラート紙などの研究があり，紙に関係する分野はこの科にもあった。

ただ，主体は対人用細菌，対植物用細菌，対動物用細菌の研究で，実際には採用されなかったが，牛疫ウィルスを風船爆弾に積載することは検討され，実験もされたということであるが，実施はされなかった。

### （５）第４展示室にて

ここは第３科の偽札製造作戦の研究の展示室であった。これは外見的には，紙幣の抄造・印刷の研究であり，典型的な紙に関係している技術の開発であった。

研究の対象とした「法幣」の発行元である中国国民政府は，抗日戦争期は「重慶国民政府」と呼ばれ，蔣介石総統の政府で，現在台湾を統治している政府であった。この政府の紙幣は「法幣」と呼ばれていたが，これを偽造して発行するというのが第３科の研究課題であった。目的は，偽札の発行で軍の資材を入手するとともに，中国の経済機構を麻痺させて，中国国民の生活を混乱に至らしめ，戦争を迅速に勝利に導くという戦略であった。

〔１〕偽札作戦の起こり

他国通貨を偽造するというのは，国際法に反する行為であるが，対日戦争が長引き，早く結末をつけるということで，この構想は陸軍の参謀本部からの発案であった。

昭和13（1938）年にはじめて参謀本部第８課で試作品をつくられたが，品質が悪かった。

そこで，同課の山本憲蔵は，当時凸版印刷の社長で，第２代巴川製紙所社長の井上源之丞[46]に密かに相談して協力の内諾を得た。このような背景があって，軍事課長岩畔豪雄（いわくろひでお）の推薦で，登戸で本格的な研究をすることになった。偽札の偽造には，基本的にはその分野の専門企業の協力が必要と見なされていたのである。

この研究の過程はリーダーを務めた山本憲蔵ご自身の本[47]があるので，詳細は同書を参照されたい。いずれにしても，登戸の研究と巴川製紙所及び凸版印刷を深く結びつける端緒となった。

昭和14（1939）年８月，山本はこの任務を遂行するために，登戸研究所員と参謀本部付との兼務となり，偽札の研究が本格化することになった。この作戦は，参謀本部直結であるため，研究所内でも切り離され，第３科の所員は，他の研究所員にやっている内容を他言することはなかった。つまり，研究所内でも秘密にされて，研究は遂行された。それ故，第３科の建物は，所長と第３科の職員だけしか入ることができなかったということである。

〔２〕偽札製造技術の研究

紙幣の偽造のためには，紙幣発行技術以上の技術がなければならない。紙幣は偽造されないように色々な対策が施されているが，その対策を超える技術を開発しなければならないのである。

最初の問題は，紙に施されている，黒透かしの問題であった。我が国では「黒透かし（凸漉き入り）」は，使用を禁止されている技術で，業界でそのような技術を持っているのは，内閣印刷局だけであった。民間企業ではどこも持っていない。印刷局の技術を持って創設された旧特種製紙（現在の特種東海製紙）でも無理であった。そこで，井上源之丞のコネで，内閣印刷局の退職者を推薦してもらい，その人の助力で切り抜けたということであった。

法幣は，中国ではイギリス，アメリカに依頼して造らせていた。そのために製紙技術も印刷技術も高かった。その技術に対抗するために，設備は我が国でも他にはないというほどのパルプ製造装置，抄紙機，印刷機，検査機器などの設備が用意された。技術員は総勢250名，その中で1/3の80名は日本でも超一流の技術者であったと，リーダーの山本は書いている。

揃えた設備は，山本の著書[47]に詳細に書かれているので，ここでは記さない。研究組織のみを次に記す。それは３班からなり，班の名称は，研究グループの研究所における配置から取られた。研究内容があからさまに示されるのを嫌ったのである。それは次のようであった。

①「北方班」と称する抄紙関係研究部門は伊藤覚太郎技術少佐以下50名で，設備は長網・円網兼用抄紙機はじめ８点が紹介されている。

②「中央班」と呼ばれる検査部門は，岡田正敬技術少佐のもと，技手１名，助手数名で，顕微鏡，紫外線発生器，赤外線鑑別装置などがあった。

③「南方班」は印刷部門で，名前はあげられてなかったが，リーダーは技術中尉，技師各１名，エッチング技師８名で，原版の修正には凸版印刷の製版部が協力した。設備はイリス４色凸版輪転機など，実に16点に上っている[48]。

〔３〕民間企業の協力

上述のように登戸研究所の研究者は優秀であったが，偽札の発行は本物の発行より高い技術を要求される。そのためには，紙パルプ，印刷分野の専門技術者の協力は必須であった。官の組織の協力として，先に黒透かしの技術のために，内閣印刷局に求めた例を挙げたが，もっぱら民間企業からの助力も求めていた。展示パネルには次の三社の名前が挙げられていた。巴川製紙所，凸版印刷，そして旧特種製紙（現在の特種東海製紙）である。

凸版印刷は，このプロジェクトを起こすに先だって，同社の社長井上源之丞と専務の山田三郎太の協力を約束しているところから見て，印刷分野の協力であることは明らかである。エッチング，製版などの分野を助け，印刷設備の運転を助けたものと推定させる。イリス４色凸版輪転機４台，１色A版凸版印刷４台，ザンメル特殊印刷１台があった。ザンメルはドイツから輸入したもので，内閣印刷局にもない印刷機であると書かれている。

また，リーダーの山本の著書[47]では，黒透かしの不十分な紙の印刷を巴川製紙所が行ったと書かれているので，巴川製紙所は製紙分野で協力したと考えられる。

特種東海製紙である旧特種製紙は印刷局抄紙部長の佐伯勝太郎が退職して創立した会社である[49,50]。佐伯勝太郎は印刷局で造られた，いわゆる「特種紙」のKnow-Howを同社の製造技術の根幹とすることで設立された会社である。「特種」とは佐伯勝太郎の造語で，特殊紙には特別なタネ（種）が必要であるとの考えから生まれた。紙幣の発行こそできなかったが，外国の紙幣の発行のような特殊紙の抄紙技術や紙幣の印刷の基盤技術は，当然持っていたと考えてもよいであろう。協力企業の選定は，さすがに登戸の登戸研究者だと思った。

余談であるが，筆者は旧通産省四国工業試験所にあって，産官学の組織で製紙分野の先端課題，「機能紙の研究開発」を昭和の高度成長期から平成バブル崩壊期まで担当した。

登戸の研究時代からすれば，20年ほど後の製紙工業界の活動を体験したわけであるが，その時，この「機能紙研究会」のご指導を頂いたのは，特種製紙を設立された佐伯勝太郎の三男の京都大学の岡村誠三教授と神戸女子大学の稲垣寛教授（いずれも故人）であり，この研究会の強力なメンバー会社に特種製紙，巴川製紙所があった。

京大の岡村誠三先生は，旧特種製紙を創設された佐伯勝太郎の三男で，稲垣教授は岡村門下にあり，筆者は旧特種製紙が研究開発力に秀でていることを感じていた。加えて，大学時代に高分子化学を教えて頂いた藤井光雄教授が慶応大学を退職された後，同社の研究所長に就任されたという，余りにも身近な出来事として驚いたことを思い出す。

また，巴川製紙所の第５代社長井上貴雄とは高校のラスメートであったことは，冒頭に記した。このように，偽札の研究に関与した会社が，筆者と個人的に技術の線上で深い関わりを持つ会社であったことも驚きであった。しかも，この両社はともに，その後の機能紙分野の研究開発に意欲的で，ともに大きく成長した。

また，凸版印刷は元来お雇い外人であるイタリア人エドカルド・キヨソーネ（1882~1898）が教えたエルヘー凸版法を企業化するために木村延吉，降矢根次郎が創立した会社であるが，世界恐慌の際，巴川製紙所の井上源之丞が関与して，近代的な工場に発展させて，証券分野などの新しい分野に進出を図っていた。井上源之丞が登戸研究所のプロジェクトに参加されたのも，そのような将来を見る目を持たれていたためと思われる。

その後，同社は日銀券の図案提案，大蔵省管理下通貨製造，証券用凸版多色細紋印刷など特殊な印刷技術を展開し，今日では印刷分野では大日本印刷とともに日本を代表する印刷会社に成長した。

いずれの会社も登戸の贋幣作戦に参加した史実は，極秘事項として，それらの企業の社史には記載はないが，各企業はこのプロジェクトに参加されたことで，戦後の発展の基盤要素を形付けられたものがあったと推察される。

〔４〕ヨーロッパにおける偽札造り

日本で対中国用の法幣の偽札をつくっているときに，ヨーロッパでは三国同盟のドイツが，イングランド銀行発行の「ポンド紙幣」を偽造していたという事実があるので，参考までに概説しておく。

首謀者はベルンハルト・クルーガーで，ユダヤ囚人を使って偽札をつくらせているので，「ベルンハルト作戦」と呼ばれている[(51)]。偽札の製法は写真製版で，問題点として次の点を挙げている。①原料が綿，亜麻，カラムシ（ラミー）で入手困難，②水質の違い，③手漉きであったことを挙げている[(51)]。ヨーロッパでは手漉きの技術が珍しいのである。

驚くべきことには，通貨の偽造は欧米では通常化しているとして，次のような偽札の歴史を挙げている。①古代ギリシャの都市国家で，敵対する都市国家の銀貨を卑金で偽装した。②1470年，ミラノとベネチアの戦争のとき，ベネチア銀行界の信用失態ためにフリードリッヒ大王は敵の通貨を偽造した。③イギリスはアメリカ独立戦争のとき，言うことをきかなくなった植民地に偽札をあふれさせた。④アメリカ南北戦争の際，詐欺師が偽の南部札を南部に持っていき，偽の北部紙幣を北部に持っていたなどである。

もう一つ，ハンス・アドラーというユダヤ系の人は，『偽札と偽造』という雑誌の編者出版人だったという記載があった。そんな雑誌が発刊されていたことも驚きであった。

〔5〕偽札の使用

登戸で造られた偽札は，新品ではばれてしまうので，古ぼけ化作業を施して，陸軍中野学校出身者によって使われた。この作業にも女子学生などが参加した。

陸軍では，登戸での偽札造りを「杉工作」と呼び，中国で使う機関を「松機関」と呼んだ。後者の機関の中心は阪田誠盛で，上海のマフィア国民政府系の秘密結社「青幇」の首領杜月笙と組んで使ったということであった。

結果的には，中国では極端なインフレを起こしたということであるが，中国での経済的な混乱は予想されたよりも大きくなかったようである。

なお，中国側でも日本の軍票の偽札をつくっていたというし，また，中国側では日本側で偽札をつくっていることを見抜いていた，とプロジェクトリーダーの山本は書いている。

### （6）第５展示室にて

ここの展示は，登戸研究所の研究内容ではなく，昭和20（1945）年初めの時点で，戦局の悪化に伴って，軍が本土決戦体制としてどのような備えをしたかを展示していた。

大本営，天皇・軍事施設・政府機関の長野県松代への移転計画，そして，同年３~４月にかけて行われた登戸研究所の長野県上伊那地方，北安曇地方への移転などが紹介されていた。

偽札の製造をやっていた第３科は，越前和紙の里，福井県の武生（現・越前市）に予定されていたことは，なるほど，いい場所を選ばれたなと共感を覚えた所であった。

疑問として残ったことは，登戸研究所の研究書類の処分の一環の中で，偽札の研究に使われた設備などの備品類はどのように処分されたのか，ということである。

恐らくは，研究に従事した会社に適当に配分されて引き取られたということではなかろうか。一時期，生田キャンパスが巴川製紙所の所有地になっていたことと，設備の引き取り先と何らかの関係を持っていたのではないかと推定している。そして，それらは陰ながら，戦後の製紙産業界の発展に寄与しているのではなかろうかと，筆者は推測している。

## ３. なぜ紙パルプ技術が登戸研究所の課題技術の中心になったのか

以上長々と，登戸研究所の第１科から第４科までの研究課題を俯瞰して，その時代の秘密戦の中で製紙産業との結びつく課題が多く，また，和紙産地では「軍用紙」,「軍納紙」と称する製品を軍に納入しており，製紙産業も多面的に戦争に参画したことが判る。

世界史を調べてみると，紙が原因で戦争になった例がある。それは「セポイの反乱」と呼ばれ，1857年にイギリス統治に対してイスラム教徒が起こしたインドでの戦争である。イギリス人が豚の脂を塗布した薬包紙を使い，それをイスラム教徒に使用することを強要したことで，

起こった紛争である。小銃に弾を込めるときに，その薬包紙を口で破らねばならないことが，イスラム教徒の宗教の禁止事項に抵触することで起こった戦争であった。

このように，当時，紙，特に和紙は，兵器の素材として大量に，安価で，手軽に入手できるシート材料で，性能・機能的にも優れ，多方面に応用されていたことを示していたと，筆者は考えている。

当時の素材産業を振り返ると，合成高分子は黎明期で研究の初歩的な段階にあり，高分子素材はゴム，プラスチック工業はニトロセルースをベースとするセルロイド工業などが主体で，合成樹脂は塩化ビニル，ポリスチレン，ポリエチレンがやっと生まれたばかりであった。繊維はナイロンがアメリカで出来たばかりで，我が国にではビニロンが先行していたが，主体はレーヨン繊維で化繊の時代であった[52]。

こうした中で，風船爆弾用の球皮の材料探索は，陸軍のコウゾ紙/コンニャク糊対海軍の羽二重（絹）/ゴム系という図式になり，これは基本枠材として天然セルロースと絹のタンパク繊維の材料競争であった。結果的には陸軍の提唱した天然セルロース系の勝利になったのである。これは紙素材，特に和紙素材の特性，の優秀さを示したものと言ってもいいであろう。小川町ではこの球皮系は擬革紙として，飛行機，自動車のガソリン容器のパッキング材にもなっていた。広い応用性も持っていたというべきであろう。

そこで，最後に紙パルプの技術の本質を考察し，風船爆弾の主体資材となった理由を，考察してみたいと思う。

### （1）紙パルプ技術の特徴

〔1〕紙の定義とその特性

まず，紙とは何かを議論したい。ここでは，「陸上の植物繊維を取り出し，水に懸濁させて分散させ，濾過して湿潤繊維を配列して，次に乾燥により繊維間結合をつくり，弾性力を復元させた，薄葉状のシート」という「狭義の紙の定義」を採用しておく。この定義は，村井操らの定義[53]を，少し具体的に抄紙工程に沿って，書き直したものである。

ここで，陸上の植物が造る繊維とは緑色植物の細胞壁という堅い殻を構成している繊維組織で，「天然セルロース」と言われている。細胞はcellと呼ばれているので，細胞を構成している繊維状の物質ということで，「セルロース」という呼称を与えたのである。ただ，セルロースは天然に存在するものの他に，人工的に溶解して再生させたレーヨンなどもあり，そのような再生セルロースと区別するために天然セルロースと,「天然」という接頭辞を付したのである。

この植物細胞壁を壊して，天然セルロースを取り出すことを「パルプ化」と称している。以下，この辺りの話は高分子化学の分野で，少し学問的になることをお許しいただきたい。

細胞壁から取り出されたセルロース繊維は，ブドウ糖（あるいはD-グルコース）という基

本分子を，β-1,4結合（引用した文献[54]では（1→4）-β-D-グルカンと表示されている）という結合方式で直線状に連結されたポリマー（高分子化合物）である（**図１**）。つまりブドウ糖が真っ直ぐに手をつないだ化合物である。

そして，この分子鎖は，まず一本の分子鎖の中で，D-グルコースの中の水酸基（OH-基）が水素結合という結合で，隣同士のD-グルコース基の水酸基と結合して強固な線状分子となっているのである（**図２**，図中，水素結合は●……●で表記されている）。従って，繊維分子の強度が高い。

更に，この分子鎖は平行に並んだ分子鎖とも同じく水素結合でつながり，面状に拡がりを持つことができるのである（**図３**）。つまり，２次元構造体を取ることができるのである。

加えて，上と下の分子鎖同士とも更に結合出来る（**図４**）ので，面にある程度の厚みのあるシート状（３次元構造）になるのである。

このように分子鎖内，分子鎖間を水素結合で結合されているので，天然セルロース繊維は，水を介在させて，漉くことで**図５**のように分子内部の水酸基で結びつけられるシートが形成できる。

このように天然セルロース繊維は，水分子の助けを借りて，シート状にすることができるのである。それを繊維分子間の水酸基同士の水素結合で結合させるためには，余分な水を除かねばならず，そのため，乾燥で水分子を徐々に除き，分子鎖間の水酸基同士を水素結合で結ばれるようにするのである。このように，天然セルロース繊維を分散，濾過，湿紙の乾燥を経て造られたシートが紙である。

言い換えれば，紙というのは，水の媒介で天然セルロース繊維を，その構成するD-グルコースの分子鎖間の水酸基同士を水素結合で結合させて造られた薄葉状のシートなのである[54]。この結合は可逆的で，このシートを水の中に入れれば，分子鎖はバラバラになる。

繰り返すことになるが，水に分散，懸濁し，濾過するという抄紙工程の操作は，セルロース分子鎖を水素結合が形成されやすいように，パルプ繊維を配列させる作業であり，その濡れた状態の湿紙を乾燥させることは，水素結合の間に介在する，余分の水分子を除き，セルロースの構成単位であるD-グルコースの分子鎖間の水酸基同士の間で直接水素結合を形成させて，シート状にする一貫した操作工程なのである。それ故に出来た紙は水素結合の塊のようなシートである。

水の存在だけで，繊維同士が接着され，強固なシート，つまり，紙が出来るということは「天然セルロース」の持つ素晴らしい，優れた特性である。この特性は数多ある化学繊維，合成繊維でも，他には殆ど持ち得ない特異な特性である。このような優れた特性故に，球皮素材として紙が選ばれたのである。

天然セルロースでなく，再生セルロースであるレーヨンでもこの特性は失われてしまうので

ある。筆者らが機能紙研究会をつくって研究を行ってきたのは，水の介在で形成される天然セルロースのような繊維間結合形成性を，一般の繊維にどのように付与させるかということが課題であった。

なお，このようにして２次元シートの形にした紙は，色々な加工手段があり，多方面に応用できる。紙の用途は3Wで現されるといわれている。それは，①Write：情報機能材としての用途で，新聞紙，本など情報の媒体としての機能である。登戸研究所では，偽造紙幣の研究であった。②Wrap：包装材料であり，包装紙，段ボールなどであり，風船爆弾は，風船という水素ガス容器の開発であった。③Wipe & Waste：家庭紙であり，ティシュー，トイレットペーパーなどの用途である。

〔２〕コウゾ紙の製造と特性

天然セルロースからなる紙は，細胞壁の由来する植物原料の違いで大雑把に言って「洋紙」，「板紙」とその他「特殊紙」などに分類されている。「和紙」は特殊紙の一分野に属し，伝統的に靭皮（じんぴ）繊維と呼ばれる潅木の木の皮が原料である。その中の維管束という繊維組織を使っている。代表的な靭皮繊維はコウゾ，ミツマタ，ガンピなどである。

このうち，球皮材料となったコウゾ繊維は長く細いので，漉くのは難しいが，強くて軽い紙を与える。しかも繊維を絡めるように漉けば，薄くもできる。この性質，強く，薄く，均一な地合いというのが風船爆弾用の球皮には最適であった。薄い紙の例は，高知の典具帖紙，奈良の吉野紙などが造られていたことである。登戸近くの和紙の里で造られている紙としては，細川紙と西ノ内紙が知られており，この用途には適性があった。近藤至誠が求めていたのは，このような質の紙であった。

そこで，まず原料であるコウゾとはどういう植物かを見ておこう。

コウゾはクワ科に属するが，いくつかの品種があって，大変複雑である。大別すると，３～４種である[55]。①まず，カジノキ（*Broussonetia papyrifera*（l.）Vent）で雌雄異株である。漢字では楮，構などと書く。②次がヒメコウゾ（*B. kazinoki* Sieb.）。この学名をコウゾだと書いた文献も多い。③コウゾ（*B. kazinoki*×*B. papyrifera*）で，前二つの交配種カナメ，クロカジだと見ている。これは雌雄同株である。④ツルコウゾ（*B. kaempferi* Sieb.）である。これは森本正和[55]の説に従ったものである。風船爆弾の球皮に適しているとみなされているのは，コウゾ系統で，カジノキ系統は繊維が太過ぎで，紙面が荒くなり過ぎて適していないとみられた。

産地ではそれぞれ特有の呼び名がある。埼玉県や茨城県では，栽培されている地域名を取って「那須コウゾ」と呼び，良質のコウゾとして高く評価されている。コウゾはもともと熱帯の植物で，この地域が栽培の北限で，大きく育たず，そのため，細い繊維で均質なシートをつく

り易く，強靭な紙を与える。この地域では，アカソ（赤楮）とかアサカジ（麻楮）などとも呼ばれている品種が最もよい[56]。他にアオソ（青楮）や山楮（やまかじ）（山草）もあるが，品質は劣るという。

球皮の大量生産の時に業界に配給されたのは，高知産のものであったが，高知ではアカソ，アオソ，タオリなど５～６品種ある[57]。ただ，風船爆弾用ではアカソからタオリぐらいまでの品種がよいとされた。

このような長い靭皮繊維を漉く技術として，伝統的に確立している技法が粘剤（トロロアオイ，ノリウツギの粘質物）を添加して，「流し漉き」という方式である。これらの粘剤はいずれも多糖類の一種で，繊維の表面に付着し，分散を助け，繊維の絡まりを抑制し，濾過に当たって，繊維に整然とした配列をさせるのに役立つ。濾過して，シート形成後は分解してしまうので，出来た紙は地合いの良い紙が得られる。ここに気球の球皮としての要求特性を満足する特性があるのである。

当時，コウゾは機械で漉く技術はなかった。しかし，機械漉きであると紙が長く，紙継ぎの必要がなく，しかも紙の供給量が不足したので，検討された。登戸では伊藤覚太郎は円網の流れを邪魔板で乱し，ヨコ方向にながれる傾向を抑制する方式[36]を検討した。機械漉きに成功したという会社が２，３社あった[40]が，戦後コウゾの機械漉きが始まるのは，懸垂短網，傾斜ワイヤーが考案された昭和30（1955）年前後からであり，市場価値のあるものにするには，かなり時間を要している。球皮には使えても，やはり手漉きと比較しては見劣りのする地合いであったと思われる。

機械漉きに関しては，紙及びパルプの座談会[32]に出てくる，昭和19（1944）年４月に紙統制会社という，中小企業の「洋紙」と「板紙」と「和紙」を統合した株式会社が関与したのではなかろうか。手漉和紙工業組合連合会の専務理事の森沢武馬も，この会社の手漉課長を兼務しておられた。この会社の社長が信貴英蔵であった。

ただ，この統制会社には王子製紙などの大手製紙会社は含まれていないようだ。小田原製紙の西健男[40]が機械漉きをおこなったという会社名を日本紙業，三菱製紙，巴川製紙所，高知製紙㈱，上田製紙㈱，丸井製紙㈱と書かれているが，この紙統制会社に属していた会社であろう。このうち，成功したというのが，小田原製紙と日本紙業であったと報告している。

別に，高知製紙も国産科学工業株式会社で指導を受け，製造し，成功している[9]。この報告では，成功したのは同社だけだと書かれている[9]が，小田原製紙の西建男の報告している上記の２社を含めねばならない。当時，各社とも作業は秘密裏に行われていたので，このような報告になったと解される。

参考までに，王子製紙のような大手では何をやっていたかというと，一部軍需工場になり，残された製紙工場では，苫小牧工場ではテックス，アルコールなどの燃料造り，また，富士第

３工場では擬綿，淀川，熊野工場ではコンデンサー紙，そして岩淵工場では火薬原紙，江戸川工場では地図用紙などいずれも戦争に関係した紙を生産していたことを記しておこう[58]。

〔３〕コンニャク糊の機能とは

天然セルロース紙同士の接着剤としては，通常デンプン糊が使われている。デンプンの主たる構成物であるアミロースは，天然セルロースと同じく構成分子はD-グルコースから構成されていて，ただ，その結合方式がα-1,4-結合と呼ばれていて，円形に輪を描くような形でつながっているポリマーである。似た化合物同士はよく接着するので，天然セルロースからなる紙の接着には，デンプン糊が普通使われている。

しかし，気球紙の接着に選定されず，コンニャク糊が採用された。これには特別の理由があるのではなかろうか。デンプンはアミロースとアミロペクチンの混合物で，原料により特性が変わり，特に安定した結果が出なかったのではなかろうか。

というのは，気球紙の貼り付け作業においては，単に紙同士の接着だけでなく，コウゾ紙の上に保水性の高いポリマーの被膜を形成させ，水分子を保持し，水分子間の水素結合で水素ガスの漏洩を防止する機能を付与することも意図していたと見られるからである。そのためには，グルコマンナン構造を持つコンニャク糊の方が適しているとの実験結果を得て，選択されたのではなかろうか。

その理由は，コンニャク糊の成分，グルコマンナンは，コンニャクの種類などによっても違うであろうが，**図６**のようにβ-D-グルコースとβ-D-マンノースから成り，それらがβ-1,4-結合でかなりつながっているため，天然セルロースからなるコウゾ紙に密着出来る確率は，デンプンのアミロースよりも高いのではないかと考えられる。β-1,4-結合が長く続いているD-グルコマンナンの分子鎖の方が，セルロース分子と分子鎖との間に水素結合を形成し易いのではないかと思ったのである。

しかも，グルコマンナンは保水性が高く，しなやかで，グリセリンによる軟化処理を施すことにより，その塗膜は水分子とセルロース及びグルコマンナンの水酸基で，水素結合のクラスター構造を形成し，水素ガスの漏洩を防ぐ塗膜をつくっていたのではないかと思う。

このような仮説を頭に入れて，具体的に，コウゾ紙同士の貼り合わせ工程の作業手順書を見てみよう。

手順書では，コンニャク糊溶液は２種類用意される。前松陸郎の報告[14]では一つは薄い0.2%溶液（林えいだい[21]の報告では1%溶液），もう一つの濃い溶液（厚糊）は薄い溶液の4.5倍濃度の0.93%（林えいだいの本[21]には書かれていない）である。塗布した場合に塗布漏れがないように，青色染料を添加している。染料はダイレクト・コンク，またはプルシャン・ブルー，タンプル・ブルーである。着色は塗布にむらのないように肉眼で検査できるように配慮

したのである。

貼り合わせには，２枚合わせから５枚合わせまで色々あったが，林えいだいの文献[21]に従い，入念な作業工程を再現すると，５枚合わせの場合，次のようになっている。

①薄糊を板に塗布，②小判生紙を接着，③厚糊をヨコ塗りとタテ塗り，④同じく厚糊ヨコ塗布，タテ塗布，⑤薄糊塗布，⑥大判生紙接着，⑦厚糊ヨコ塗布，タテ塗布，⑧厚糊ヨコ塗り，タテ塗り，⑨薄糊を塗布，⑩小判生紙を接着，⑪厚糊ヨコ塗り，タテ塗り，⑫厚糊ヨコ塗り，タテ塗り，⑬薄糊を塗布，⑭大判生紙を接着，⑮厚糊ヨコ塗り，タテ塗り，⑯厚糊タテ塗り，ヨコ塗り，⑰厚糊タテ塗り，ヨコ塗り，⑱薄糊を塗布，⑲小判生紙を接着，⑳厚糊をヨコ塗り，タテ塗り，㉑厚糊をタテ塗り，ヨコ塗り，㉒厚糊をタテ塗り，ヨコ塗り，㉓薄糊を塗布，㉔ひっくり返し，㉕厚糊をヨコ塗り，タテ塗り。

この作業手順で見ると，紙の貼り合わせは薄糊で，貼り合せた紙に濃いコンニャク糊でタテヨコ塗布，２回ずつ塗布して，厚い被膜をつくっていることが判る。

これは水素が漏れないように，紙の表面に厚い含水コンニャク塗膜を形成し，水，セルロース，グルコマンナン（コンニャク）の水酸基で水素結合を形成させて，水素結合のクラスターで水素の透過をブロックさせている作業と考えられるのである。

更に，この作業はコンニャクグルコマンナンの変性とグリセリン処理と続く。

グルコマンナンの変性は，次のような操作である。塗布シートを60~70℃の2.5%重曹溶液または苛性ソーダ溶液に１時間浸漬して，$\alpha$-グルコマンナンを$\beta$-グルコマンナンに変換するのだとされている。化学的にどのように変化したのかはっきりしないが，『こんにゃくの科学』[43]にはX線での結晶性がよくなると書かれている。これから見て，含まれている水及びグルコマンナンと天然セルロースの，それぞれの水酸基との間に形成される水素結合のクラスターの形成のネットワークが密になり，更に水素ガスの漏洩を防いでいるのではなかろうか。この辺りの理論については，例えば，荒田洋治の『水の書』[59]などが参考になる。

その後，折り曲げなどに耐えられるように16%グリセリンに浸漬して軟化処理をして完成である。

このような繊細な作業は若い女子学生が適しているということで，多くの女子学徒が挺身隊として作業に従事された。アルカリ溶液の作業で手が荒れ，蒸し風呂のような，貼り合わせ作業場で汗を流しながら，指示通り黙々と働いた[20,21,22]。

グリセリン処理で思い出されることは，最近，高知県から鼻をかんでも柔らかい鼻紙がヒットしたというニュースがあった。通常の鼻紙にこのグリセリン処理を施した商品である。こんな技術も現在世に出ているのである。風船爆弾の要素技術は，現代にも応用できるものが色々あるように思われる。

## 4．おわりに―製紙業界の足跡として―

第２次世界大戦以降，科学技術の進歩で戦争は一度に多数の人命を奪い，人類に悲劇をもたらすことになった。筆者は，このような戦争の回避のための平和教育の一助として，太平洋戦争時に陸軍が行った秘密戦のために行った研究の過程を，反省の念を持って回顧した。

そして，当時，素材としての紙は先端技術の秘密兵器の研究開発に大きく関与し，「紙と戦争」という視点で俯瞰すると，製紙業界は多面的に軍の研究に協力してきたことが明らかにされた。そして，国民の英知を結集すれば，一見不可能と思えるような太平洋横断の風船爆弾のプロジェクトも短期に貫徹できるということが明らかになった。

しかし，平和になって考えれば，その努力は人類の繁栄と発展には何らの寄与もなく何と無益な血と汗を流したことかと，反省させられる。

製紙業界においては，登戸研究が及ぼした影響は大きかったにもかかわらず，業界の歴史書には，余り多くは書かれていなかった。戦争という「負の遺産」を記録することを忌み嫌ったからであろう。

本稿をまとめて判ったことは，戦争のための科学技術の研究開発の虚しさである。このような努力を人類平和のために向けられれば，素晴らしい進歩をもたらしたであろうに，という深い反省の念を抱かせた。

**謝辞**

明治大学平和教育登戸研究所資料館では，平成26（2014）年11月19日から平成27（2015）年３月21日の企画展「紙と戦争」開催のために，同館長・文学部教授山田朗先生，同大学文学部非常勤講師渡辺賢二先生，同資料館学芸員塚本百合子様及び椎名真帆様が，調査のために四国までお越し頂いた。それまでに，筆者は大学側と調査資料の相互交換を行い，企画展の内容について議論を深めることができた。拙稿は，その時の議論を軸にまとめたものである。このような論説ができことは，明治大学の上記の方々のおかげであり，この機会に深謝申し上げる次第である。

**表１　紙の寸法と重さ**

| 品種 | 長さ(cm) | | 重さ(g) |
|---|---|---|---|
| | ヨコ | タテ | |
| １号 | 193 | 67 | 21.7~25.9 |
| ２号 | 67 | 67 | 9.2~10.9 |
| ３号 | 97 | 67 | 10.9~13.0 |
| ４号 | 170 | 61 | 17.4~20.7 |
| ５号 | 61 | 56 | 6.5~ 7.7 |

文献(13)から尺の単位をcmに換算して引用

**表２　球皮紙の改訂規格**

| 試験項目 | 品種 | 条件 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 坪量<br>(g/㎡) | １号，３号<br>４号 | 16.2~19.8 | | | |
| | ２号，５号 | 19.8~24.2 | | | |
| 抗張力<br>(15kg/15mm) | １号，３号<br>４号 | タテ・ヨコ<br>平均 | 1.38 | ヨコ抗張力／タテ抗張力×100 | 40%以上 |
| | ２号，５号 | タテ・ヨコ<br>平均 | 1.69 | 同上 | 30%以上 |

文献(13)から引用

**表３　手漉き生紙の県別の生産種類**

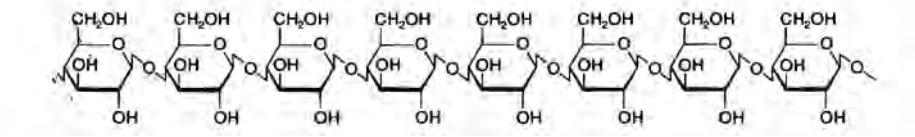
| 県名 | 生産種類 | |
|---|---|---|
| 高知県 | ４号 | ５号 |
| 埼玉県 | １号 | ２号 |
| 岐阜県 | ３号 | ２号 |
| 愛媛県 | ４号 | ５号 |
| 鳥取県 | ３号 | ２号 |
| 福岡県 | ３号 | ２号 |
| 石川県 | ３号 | ２号 |

文献(13)から引用

**表４　気球紙の生産総数**

| 県名 | 指数 | 推定生産枚数(月単位) |
|---|---|---|
| 高知県 | 45 | 591万余枚 |
| 愛媛県 | 100 | 407 |
| 岐阜県 | 84 | 342 |
| 福岡県 | 25 | 102 |
| 埼玉県 | 19 | 77 |
| 鳥取県 | 13 | 53 |
| 石川県 | 6 | 23 |
| 合計 | | 1595 |

吉野興一,『風船爆弾　純国産「ふ号」の記録』,
141頁　朝日新聞社（2000）より引用




ポリ-1,4-β-D-グルコース

**図１　天然セルロースの分子構造**

天然セルロースは，D-グリコール基がβ-1,4-結合で縮重合した直線状の多糖である。

デンプンのアミロースはα-1,4-結合でらせん状に結合した多糖である。

文献(54)から引用

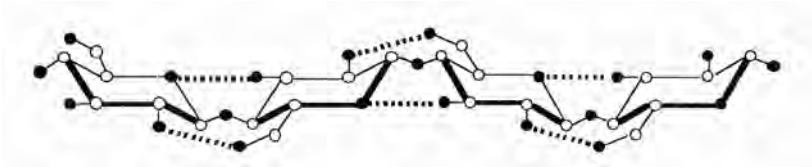


**図２　天然セルロース鎖の相隣る構成D-グルコース基同士の水素結合による相互結合**

１本の天然セルロース分子鎖内では，すべての炭素についている水酸基と環状の酸素原子が水素結合に携わり，ねじれのないリボンのような構造となる。グルコース分子が裏表の関係で結合されるのが，β-1,4-結合の特徴でもある。●……● は-O-H…O-という水素結合の略記，● は酸素原子。

文献(54)から引用

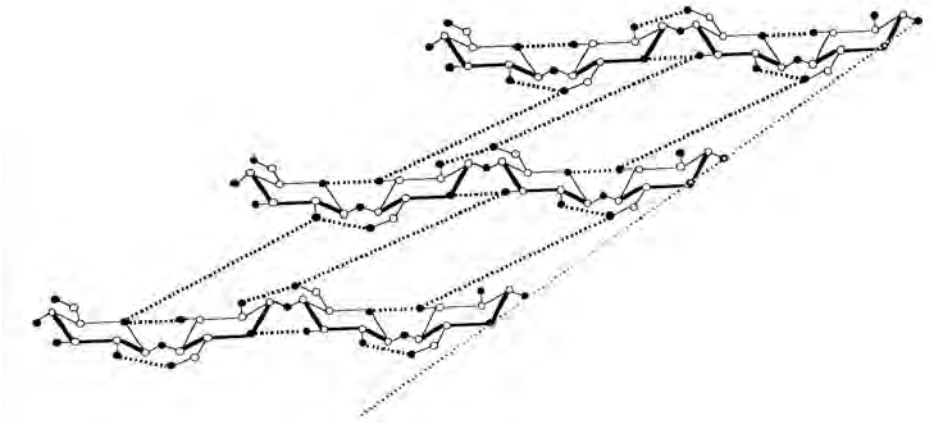


**図３　平行した天然セルロース同士の水素結合**

平行した天然セルロース分子鎖間の水素結合は，$C_3$と$C_4$の間で形成される。

文献(54)から引用

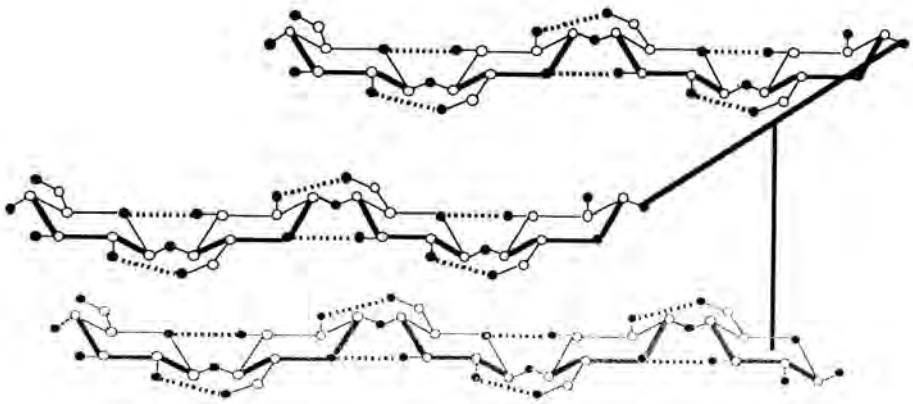


**図４　天然セルロース鎖の一段下の分子鎖との水素結合による結合**

一段下の天然セルロース分子は，上の分子の間に位置し，向きは同じだが，位置がグルコース１分子の半分ほどずれている。

文献(54)から引用

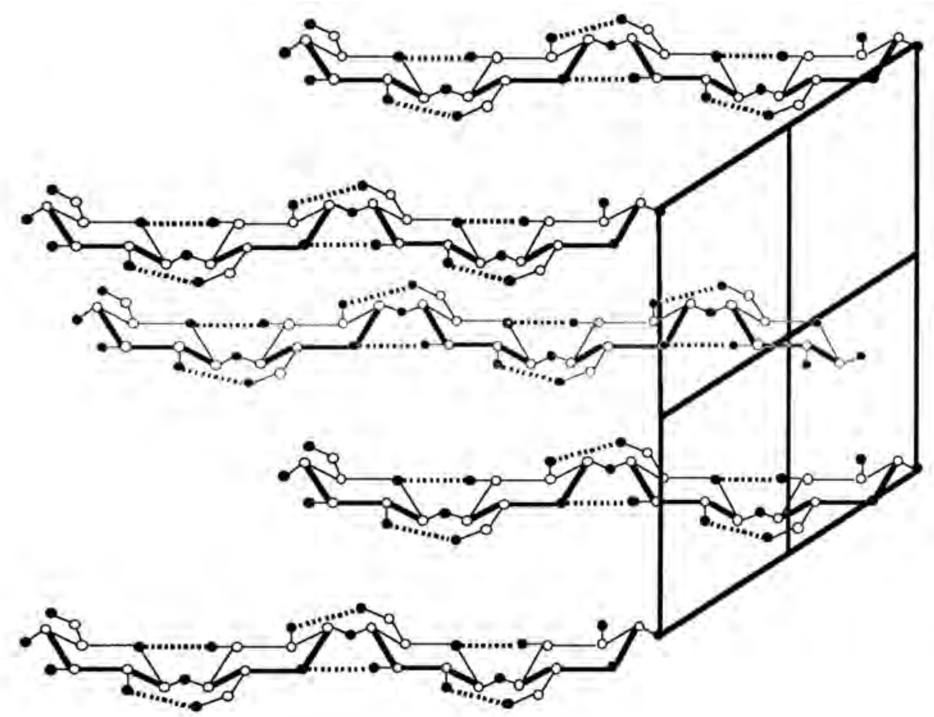


**図５　セルロース分子鎖が左右，上下の分子鎖と水素結合する時の配置図**

ある４角形の中の４隅と真中に1,4-β-D-グルコースが配置する。

文献(54)から引用

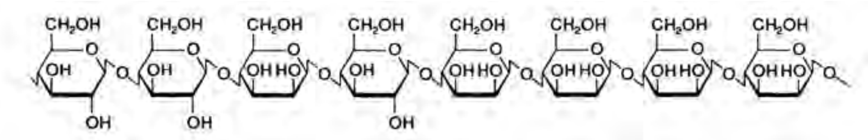



**図６　コンニャクグルコマンナンの部分構造**

コンニャクの基本構造はD-グルコースとD-マンノースがβ-1,4-結合を結合したものとされ，D-マンノースの方が多い。枝分かれの構造を取るとした文献もある。

文献(54)から引用

〔参考文献〕

（１）朝日新聞「集団的自衛権後　終戦の日」（１面），2014年８月16日

（２）山田朗・明治大学平和教育登戸研究所資料館編，『陸軍登戸研究所<秘密戦>の世界』，明治大学出版会（2012）

（３）渡辺賢二，『陸軍登戸研究所と謀略戦』，吉川弘文館（2012）

（４）調査結果は，資料館の展示順に従って，次の学会誌にまとめられている。『駿台史学』，第141号 1~336頁，駿台史学会（2011.3）

（５）伴繁雄，『陸軍登戸研究所の真実』，芙蓉書房（2010）

（６）文献（２），6~7頁。

（７）『明治大学平和教育登戸研究所資料館ガイドブック』，3頁。

（８）小林良生，百万塔，第146号，40~66頁，紙の博物館（2013）

（９）河野剛久，『私本土佐和紙物語』，（高知製紙株式会社），138~148頁，河野製紙㈱（1992）
(10) 清水泉，『土佐紙業史』218～220頁，245～247頁，高知県和紙協同組合連合会（1956）
(11) 小林良生，『和紙博物誌』，「世界最初の大陸間弾道兵器・風船爆弾」，44~55頁，淡交社（1995）
(12) 森実善四郎，『紙と伊予』，「風船爆弾－気球紙について」，127~136頁，伊予三島ロータリークラブ（1964）
(13) 前松陸郎，紙及びパルプ，Vol.10 No.2，102~108頁，（1959）
(14) 前松陸郎，紙及びパルプ，Vol.11 No.8，543~548頁，（1960）
(15) 森義一，『岐阜県手漉紙沿革史』，「第６章　統制時代の手漉和紙」，344~440頁，直接関係するところは第２節　戦争と本県手漉紙，352~356頁，岐阜県手漉紙統制組合（1946）
(16) 静岡平和資料館をつくる会，『風船爆弾と静岡』（2007）
(17) 茨城県那珂郡山方町文化保存研究会編，『西ノ内』，「四　大戦と西ノ打紙」，69~70頁，「西の内紙の生産工程」，原料，79-104頁，茨城県那珂郡山方町教育委員会（1976）
(18) 安斎保夫，安斎宗司，『ふくしまの和紙』，（２）和紙が「新兵器」風船爆弾となる，133~137頁，歴史春秋社（1979）
(19) 福井県和紙工業協同組合編，『福井県和紙工業協同組合五十年史』（本編），戦争と統制の強化，軍納紙の生産など記述。211-231頁（1982）
(20) 林えいだい，『女たちの風船爆弾』，亜紀書房（1985）
(21) 林えいだい編集，『写真記録　風船爆弾　乙女たちの青春』，あらき書店（1985）
(22) 愛媛県立川之江高等女学校33会期生の会編，『風船爆弾を作った日々』，鳥影社（2007）
(23) 吉野興一，『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』，朝日新聞社（2000）
(24) 桜井誠子，『風船爆弾秘話』，光人社（2007）
(25) 文献（２），45~49頁。
(26) 高田貞治，自然，（Ⅰ）Vol.6 No.1，24~33頁，（1995）；（Ⅱ）Vol.6 No.2，44~54頁，（1995）；（Ⅲ）Vol.6 No.3，70~79頁（1995）
(27) 草場季喜，第八部風船爆弾と決戦兵器，第一章　風船爆弾による米辺土攻撃，『陸軍兵器総覧』（日本兵器工業会編），526~548頁（1977）
(28) a）.一條三子，百万塔，第77号，56~67頁（1990）；b）.一條三子，駿台史学，第141号，209~232頁（2011）
(29) 武内孝夫，『こんにゃくの中の日本史』，32~36頁，講談社（2006）
(30) 文献（23），57頁。
(31) 東京都紙商組合，『第２次世界大戦後期　風船爆弾関連資料綴（横書きの部）』「アメリカを奇襲した風船爆弾の顛末」（高石馨）
(32) 座談会「風船爆弾の正体」，紙及びパルプ，Vol.15 No.5，20~33（1964）；Vol.15 No.6，20~31（1964）;Vol.15 No.7，21~31（1964）
(33) 足立左京，『風船爆弾大作戦』，学芸書房（1976）
(34) 足立左京，百万塔，第46号，17~20頁（1978）
(35) マンツネ，『マンツネ120年のあゆみ』，183~190頁（1989）
(36) 稲葉政満，『和紙から機能紙への技術革新』（平成20年度~平成21年度科学研究費補助金（特定研究）研究成果報告書，10~11頁（2010）
(37) 森沢武馬，百万塔，Vol.4，45~46頁（1956）
(38) 安部栄四郎，『紙すき五十年』，143~146頁，東峰出版社（1963）
(39) 土佐市史編集委員会編，『土佐市史』，821~822頁，土佐市（1978）
(40) 西建男，「ふ号作戦と小田原製紙」，紙の博物館蔵。同じ文献は（31）の後半にも掲載。
(41) 文献（２），83頁。
(42) 例えば，文献（21），66頁。
(43) 沖増哲，『こんにゃくの科学』，渓水社（1993）

(44) Robert C. Mikesh, "Japan's World War Ⅱ Balloon Bomb Attacks on North America", Smithsonian Institution Press (1973)
(45) 文献 (23), 247~259頁。
(46) 長谷川正一,『続洋紙業を築いた人々』,「井上源之丞」, 88~105頁, 紙の博物館 (1998)
(47) 山本憲蔵,『陸軍贋幣作戦』, 徳間書店 (1984)
(48) 文献 (47), 99~119頁。
(49) 成田潔英,『洋紙業を築いた人々』,「佐伯勝太郎」, 164~172頁, 紙の博物館 (1952)
(50) 片倉健四郎編,『佐伯勝太郎伝記并論文集』, 印刷庁 (1952)
(51) ローレンス・マルキン著, 徳川家広訳,『ヒットラー・マネー』, 講談社 (2008)
(52) 浅井治海,『激動の高分子産業～歴史と将来展望～』,「第２章　合成高分子の発展と新しい萌芽」, 11~33頁, シーエムシー (1995)
(53) 村井操, 中西篤,『製紙工学』, 1頁, 工学図書株式会社社版 (1975)
(54) 桜井直樹, 山本良一, 加藤陽治,『植物細胞壁と多糖類』, 144~154頁, 培風館 (1991)
(55) 森本正和,『環境の21世紀に生きる非木材資源』, 108~112頁, ユニ出版 (1999)
(56) 文献 (17), 79~80頁。
(57) 柳橋真,『和紙　風土・歴史・技法』, 246~255頁, 講談社 (1983)
(58) DNP年史センター企画制作『王子製紙社史　本編　1873~2000』, 70~72頁, 王子製紙 (2001)
(59) 荒田洋治,『水の書』, 共立出版 (1998)

〔小林良生氏プロフィール〕

1958年慶応大学工学部卒。東レ株式会社を経て, 1975年化学繊維・合成繊維から紙を作る研究のため, 旧・通商産業省工業技術院四国研究所 (現・産業技術総合研究所四国センター) 化繊研究室長に就任 (後に同研究所技術交流センター長就任)。
全国の県立製紙試験場長や製紙会社と研究を行う。
機能紙研究会 (当初は化繊紙研究会) を運営。
退官後の1997年から2001年まで国際協力事業団 (JICA) のプロジェクトチームリーダーとしてタイに赴任。タイ・カセサート大学のタイ未利用農林植物研究計画の中で, 楮のアグロフォレストリーの栽培方式を共同研究した。
1974年ナイロン原料の合成の研究で工学博士号取得 (慶應大学)。
1990年生物学的な観点から和紙をつくる研究 (バイオパルピング法) で農学博士号取得 (京都大学)。
1990年科学技術庁長官賞, 1993年第３回日本・紙アカデミー賞, 2004年瑞宝双光章, 2011年機能紙研究会功労賞を受賞。

〔資料館補足〕

2015年３月21日に明治大学生田キャンパス中央校舎６階メディアホールにて開催された, 開館５周年記念講演会「～『紙と戦争－登戸研究所と風船爆弾・偽札－』によせて～「秘密戦兵器研究における紙と製紙会社の果たした役割」」は本稿の内容に基づいて構成された。

明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報
第１号　2015年度
39-71頁，2016年３月

# 第５回企画展「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」記録
# 展示第一部　風船爆弾に利用された「紙」

塚本百合子

明治大学平和教育登戸研究所資料館特別嘱託学芸員

## はじめに

本稿は2014年に開催した第５回企画展「紙と戦争　―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」の風船爆弾に関連する展示内容を元に，最新の調査研究内容をふまえ，加筆・修正をし，風船爆弾に利用された紙についての一端を明かすことを目的とする。

## １.「紙」の特性

### ⑴　「紙」とは

私たちの身の回りにありふれている「紙」。いったい「紙」とは何なのか。登戸研究所で開発された兵器において欠かせないモノであった「紙」についてまずはみていきたい。

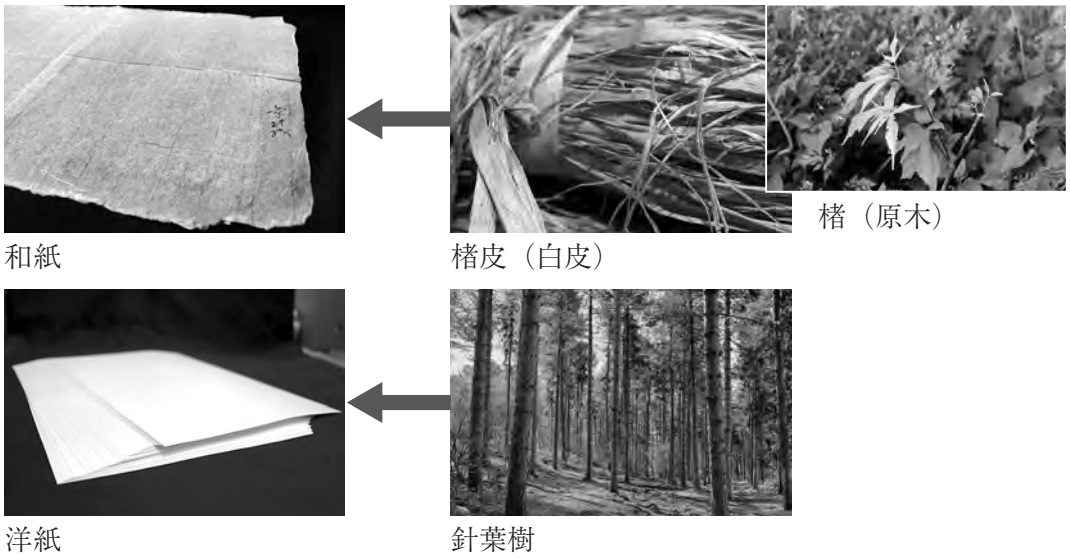
紙は紀元前２世紀ごろに中国で誕生し[(1)]，その後世界に製紙技術が広まっていった。日本には７世紀ごろ[(2)]，西洋には12世紀ごろ[(3)]に製紙技術が伝来した。

我々が普段使用している「紙」は「洋紙」と呼ばれ，明治時代に西洋からもたらされた技術で製紙され，原料は木材パルプ・古紙パルプを主としている。西洋では元来，亜麻・木綿・麻の古布を原料として製紙していたが[(4)]，木材パルプを開発してからは製紙の機械化が進んだ。明治時代に日本に洋紙が入ってきた際には，機械抄きの技術も一緒に導入された。

これに対して，古来より日本独自の技術で作っている紙は「和紙」と呼ばれるようになった。和紙は木材パルプに比べ，長く太い繊維＝靭皮（じんぴ）繊維を原料としている。この繊維を巧みな技術によって漉きあげることで，薄くとも丈夫な紙となる。洋紙はこの特長を有していない。

| | 原料 | 繊維の長さ | 用途 | 強度 |
|---|---|---|---|---|
| 和紙 | 楮・三椏・雁皮など | 楮（15-20mm）<br>三椏・雁皮（4-5mm） | 楮：障子紙など<br>三椏：紙幣など<br>雁皮：箔打ち紙など | 強い |
| 洋紙 | 広葉樹<br>針葉樹など | 広葉樹（0.7-0.8mm）<br>針葉樹（2-3mm） | 印刷用紙，<br>トイレットペーパーなど | 針葉樹は強いが広葉樹は弱い |

第１表　和紙と洋紙の比較




**第１図　和紙・洋紙と原料**

### ⑵　和紙とは

麻・楮などの靭皮繊維を「紙」にするため，日本独自の製紙技術が発展した。紙の一般的な手漉き方法では「溜め漉き」「流し漉き」の２種があるが，「流し漉き」は日本独自の技術である。

「流し漉き」の最大の特徴は，トロロアオイなどの植物の根から抽出する粘剤「ネリ」を混ぜ合わせることにある[(5)]。ネリによって，紙の厚さを調製することができ，さらに，漉きあげたばかりの濡れた状態の紙を重ねても，くっつかないようにすることができる。

### ⑶　楮（こうぞ）

和紙の原料は楮・三椏（みつまた）・雁皮（がんぴ）だが，風船爆弾用気球紙には純楮紙が選ばれた。楮とはどのような植物か。

**第２図　楮**

**第３図　楮　原木**

楮はクワ科の落葉低木である。楮と呼ばれているものには，カジノキ（構）とコウゾ（楮）の２種がある。この２つは別種だが，和紙原料として厳密な区別は行われていない。和紙産地によってアカソ・タオリなど様々な呼称があり，育った環境によって性質も異なる。

**第４図　白皮**

一般的には，カジノキよりもコウゾの方が高品質な和紙原料とされる。風船爆弾用には，コウゾの中でも特に高品質である土佐楮や那須楮などが使用された。

第２図は刈り取り後，小枝をはらったもの。ここから製紙原料にするためには，まず原木を

蒸して，皮をはぎ取る（この皮が「黒皮」になる）。黒皮には，表皮・キズ・休眠芽など雑物が付いているため，水に浸けて柔らかくした後に，雑物を包丁で丁寧にけずりとり，乾燥させ，白皮にする。この白皮をさらに原料処理すると紙料になる。

### ⑷　手漉き和紙のできるまで

| | | | |
|---|---|---|---|
| 原料（楮）処理行程 | **１.水につける**<br>原料の繊維以外のアク（雑物）を除くため，きれいな水（川・水槽）に約１日漬ける。原料は水を含んで柔らかくなる。 | **２.煮る**<br>水だけでとれないアクは，釜に石灰や苛性ソーダなどアルカリ性のものを入れ，２～５時間煮る。これによって，アクは水に溶けやすくなる。 | **３.洗う**<br>薬品やアクを洗い流すと同時に，大きな塵（ちり）も取り除き，きれいにする。 |
| | **４.晒（さら）す**<br>原料を白くするため，３～４日間，川や水槽に漬ける。原料は水・太陽光で自然に白くなるため，晴れた日を選んで行う。 | **５.塵とり**<br>小さな塵を指先で一つ一つ丁寧に取り除く。少しでも塵があると，良い紙ができないため，大事な作業であるが，時間と根気を要する。 | **６.叩解（こうかい）（たたく）**<br>きれいになった原料をほぐれやすくするために，機械（ビーター）で30分ほど叩く。機械化される前は，手で叩解していたため，重労働だった。 |
| 紙漉き（流し漉き）行程 | **７.ネリを作る**<br>トロロアオイの根を打砕し，水に漬けると粘液がでる。これを布でこし，ネリを作る。 | **８.紙料（しりょう）を作る**<br>「漉槽（すきふね）」と呼ばれる水槽に水を入れ，原料の繊維とネリを混ぜる。これにより水が粘りのあるドロドロとした液となり原料が漉槽全体に広がる。 | **９.紙を漉く**<br>簀桁（すげた）という用具で漉槽の紙料をすくい，前後左右にゆする。粘りのある紙料は，簀の細かな目から少しずつ流れ落ち，紙料が簀の上に広がり，薄い紙ができる。 |
| | **10.紙を重ねる**<br>漉いたばかりの，ぬれ紙（湿紙）を一枚一枚丁寧に重ね，「紙床（しと）」を作る。 | **11.圧搾（あっさく）（水をしぼる）**<br>「紙床（しと）」はたくさんの水を含んでいるため，急に搾ると紙がつぶれてしまう。そのため，時間をかけて重石やジャッキで搾る。 | **12.かわかす**<br>ぬれ紙を一枚一枚はがし，板にしわにならないよう，刷毛で貼付，かわかす。 |

第２表　手漉き和紙のできるまで
いの町紙の博物館『土佐和紙』を基に作成

１.原料にネリを入れ紙料をつくる

２.紙料を簀桁ですくいあげる

３.すくいあげた紙料を簀桁で縦横にゆすり紙を漉く

４.漉きあがり

５.漉きあがった和紙を紙床に重ねる

６.紙漉き小屋のようす

**第５図　流し漉き**
藤原製紙所（愛媛県四国中央市）協力

## ２. 初期の気球兵器

### ⑴　対ソ連用気球兵器

和紙にコンニャク糊を塗布した素材を気球皮に使用する例は，西南戦争（1877[明治10]年）時からみられるが[(6)]，和紙製気球に爆弾を搭載し直接攻撃する案はいつ生まれたのだろうか。

誰が考案したかは明確ではないものの，元陸軍軍人の近藤至誠が目黒に設立した国産科学工業研究所[(7)]にて，1933（昭和８）年頃より和紙製気球に爆弾を搭載し，敵国を直接攻撃する兵器の研究開発が軍の要請により始まったと考えられている。その後1935年，関東軍が対ソ連攻撃兵器としてこの気球兵器を完成したとされている[(8)]。このころの飛翔距離は100km程度を想定しており，満州国東部の国境線近くからウラジオストック地区を気球によって爆撃する計画だった。

**第６図　1933年頃考案された「風船爆弾」計画**

近藤至誠は，気球用紙開発を東京日本橋にある紙問屋の老舗「小津商店」に依頼する。その依頼内容は，数枚を重ねてコンニャク糊で貼り合わせるため，ごく薄い上に丈夫な和紙の開発だった。この条件に合致する和紙は高知の典具帖紙や岐阜の美濃紙だが[9]，東京からはどちらも距離があるという理由から小津商店はこれら産地の和紙の採用を断念し，東京から日帰り可能な埼玉県小川町に開発を依頼することにした。また，高品質な楮である「那須楮」を使用した純楮紙を漉いていた点も加味された可能性がある[10]。

しかし，小川町で従来漉いていた和紙（細川紙）は厚みも大きさも依頼内容とは異なるものだった[11]。そのため，簀桁・漉槽・干し板などを指定された新たな規格で揃えなければいけなくなった。また，指定された薄さの和紙を漉くには大変な苦労があり，当時関わった職人は「とにかく薄くということで，気の狂いそうな仕事だった。父と母，うち中が喧嘩だった。」と振り返り，ほぼ満足できる品質になるまで約４か月を要したと証言している[12]。

こうした苦労の末開発された気球用紙は抄紙の全てを小川町が担い，できあがった和紙は国産科学へ運ばれ気球に成形された。国産科学は気球を製造するにあたり，目黒では手狭になったため1936年頃に蒲田に移転し工場を構えていた。一方登戸研究所では，国産科学で開発されたこの和紙製気球の技術を利用して，気球で宣伝ビラをまく対ソ連宣伝兵器「せ号」の開発に1939年頃より着手した。

**第７図　埼玉県比企郡小川町　槻川**

2014年，成田祐二氏撮影

小川町に流れる槻川。ここで楮の下処理を行い，和紙を漉いた。楮のゴミ・塵を取り除く原料処理時や抄紙時には不純物を含まない，清らかな水が豊富に必要である。不純物の多い川では，ゴミ・チリが入ってしまうため，高品質の和紙を漉くことができない。風船爆弾気球用紙の主要生産地はどこも，清らかな川を擁する。

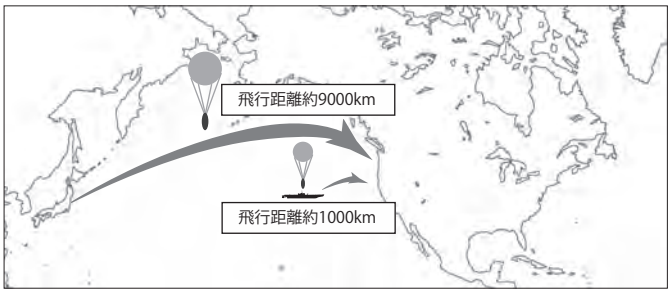
**第８図　初期の気球兵器に関連した場所**

### ⑵　気球兵器の発展

1939（昭和14）年のノモンハン事件で，関東軍の対ソ連戦構想はくじけ，それに伴い「風船爆弾」[13] 作戦も停止する。その後しばらく風船爆弾作戦が持ち上がることはなかったが，1942年ドゥーリットル空襲を受け，陸軍内ではアメリカ本土を直接攻撃する方法として再び風船爆弾作戦が浮上し，軍は登戸研究所に風船爆弾研究を命令する。登戸研究所は「せ号」で和紙製気球のノウハウを持っていたが，高度も変わり，飛距離も大きく延びるため，多数の問題を解決しなければならなかった。

1942年時点では，アメリカ大陸より1000km程度の距離まで潜水艦で近づき，そこから風船爆弾を放球する計画だった。しかし，戦況の悪化に伴い海軍が潜水艦を提供することが難しくなり，1943年８月，太平洋横断計画へと変更された。

登戸研究所ではこれ以前より，中央気象台や大学の研究者から太平洋横断型の風船爆弾開発に必要な気象情報を得ていたため，研究開発に着手はしていたが，この時点をもって，本格的に取組むことになる。




第９図　1942年以降風船爆弾計画図

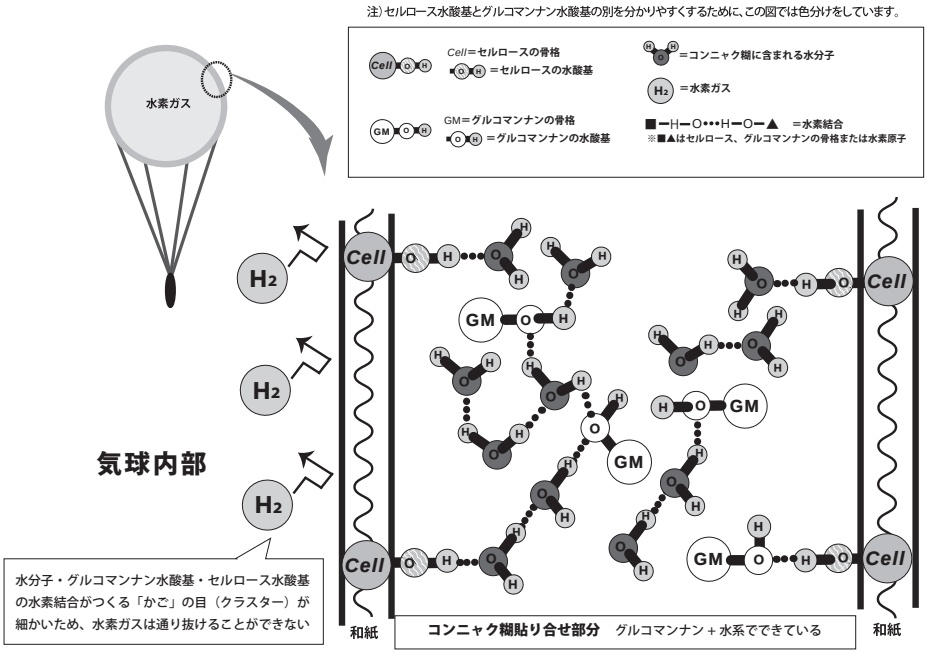
## ３. 球皮の選定

### ⑴　軽量・強靭で水素ガスを逃さない素材

登戸研究所第一科では，まず，長距離かつ長時間飛翔可能な気球皮の研究にとりかかった。すでに開発されていた和紙+コンニャク糊，ゴム引き布・合成樹脂・各種油脂・各種糊剤などの気密性測定を行ったところ，コンニャク糊が最も水素ガスを逃さない素材だという結果になった。そこで，コンニャク糊の支持体として適しているのは，薄くても強靭である繊維長の大きな楮（こうぞ）100％の和紙であると結論づけた。

後に米軍が風船爆弾気球皮を調査した際，和紙+コンニャク糊球皮から水素が漏れる量は一日あたり0.9ℓ/㎡であり，当時米軍が使用していたゴム引き気球布と比較してはるかに水素ガスを漏えいしにくい素材であったことが判明した[14]。

コンニャクは水の保持体である。コンニャク中の水分子（$H_2O$）が、コンニャク・グルコマンナン水酸基（GM-OH）と和紙・セルロース水酸基（Cell-OH）と水素結合を形成することによって，かごの目（クラスター）を構成する。このかごの目が水素ガスよりも小さくなるため，水素ガスを通しにくい＝水素ガスバリアー性の高い材料になったと考えられる。球皮はこ




**第10図　風船爆弾気球皮推定図**

本誌に収録されている小林良生「太平洋戦争時登戸研究所の秘密戦兵器開発に対して製紙業界が行った生産協力～企画展「戦争と紙」に因んで～」pp.31-32及び小林良生「気球皮水素結合仮説」（2014年）を基に著者作成

れを３～５層重ねたため，より水素ガスを逃さない素材となっている。水素結合を用いた，高度な科学技術が球皮に使用されていた[15]。

## ４. 気球用和紙製造規格

### ⑴　伊藤覚太郎への協力依頼

長時間・長距離飛翔に耐えうる和紙の開発は第一科だけでは難しいと判断され，偽造法幣用紙の研究主任として第三科に配属されていた伊藤覚太郎（のち技術少佐）に第一科は協力を得ることにした。伊藤は，本来王子製紙の技師であり，洋紙分野の専門家であったため，手漉き和紙には明るくなかった。そのため，気球用紙のパイオニアである小川町に出向き，和紙業界の権威である中村和（かのう）（当時の埼玉県製紙工業指導所長）らと協議を行い，製品規格を定めた。

伊藤は，気球内で水素ガスが膨張する際の内圧に耐えられるよう，縦横に強度があり，コンニャク糊の支持体に適した和紙の開発が必要だと考えた。そのため，流し漉き・溜め漉きどちらがふさわしいか工法から見直し，薄さ・目方・原料処理・漉き方に至るまで詳細に指示したマニュアルを1943（昭和18）年秋頃に完成させる。

### ⑵　気球用紙の開発

| 品種 | 横×縦 /尺（cm） | 重量/匁（g） |
|---|---|---|
| 一号<br>（大判） | 6.35×2.2<br>（192.4×66.6） | 21.7～25.9<br>（81.3～97.1） |
| 二号<br>（小判） | 2.2×2.2<br>（66.6×66.6） | 9.2～10.9<br>（34.5～40.8） |
| 三号<br>（大判） | 3.3×2.2<br>（100×66.6） | 10.9～13.0<br>（40.8～48.7） |
| 四号<br>（大判） | 5.6×2.0<br>（169.6×60.6） | 17.4～20.7<br>（65.25～77.6） |
| 五号<br>（小判） | 2.0×1.7<br>（60.6×51.51） | 6.5～7.7<br>（24.3～28.8） |

**第３表　気球用紙規格表**
※１尺＝30.3cm，１匁＝3.75ｇで換算。小数点２位以下切り捨て。

原料は高品質の楮（こうぞ）のみを使用し，流し漉きにするよう指示するが，抄紙（しょうし）時に「縦振り」だけであると，楮の繊維が縦一方向に並び，縦に裂けやすい紙になるため，「横振り」も入れるよう厳しく指導を行った[16]。さらに，コンニャク糊で和紙を貼り合わせる際に，横に繊維が並んだ大判１枚の上に縦に繊維が並んだ小判を並べ重ね貼り合わせるよう，マニュアルに明記し，用紙の強度をはかった。

風船爆弾用和紙製造が各地に指令される以前は，和紙産地ごとに独自のサイズ，漉き方があったため，全国統一された用紙規格はなかった[17]。第３表にある一号，二号の規格は「ずっと前に小川のほうでつくって出しておりました。」と中村和は証言している[18]。一号は大きく，漉くのに高い技術を要するため，誰でも漉けるものではなかった。この問題を解決するため小判の二号を開発し，一号の上に二号を繊維の向きを縦と横に並べて貼り合わせた，とも中村和は述べている[19]。

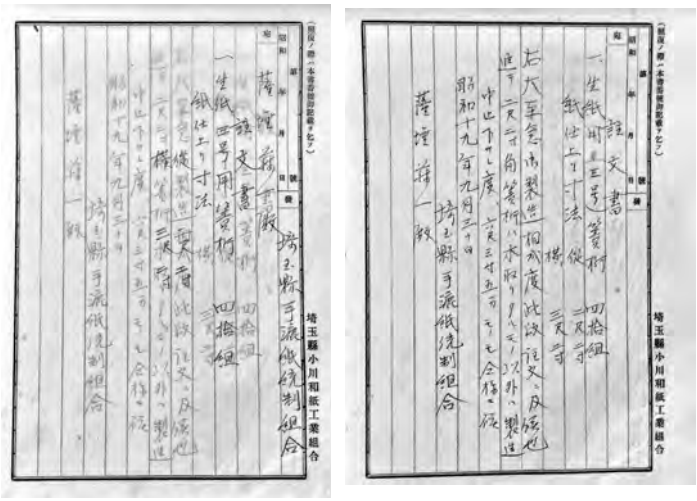
大判を得意とする産地，小判を得意とする産地，と各地の差異に対応するため，伊藤は一号，二号に加え合計５つの気球用紙規格を定めた（第３表）。規格は各産地にとってかなり厳しい条件であったが[20]，その代わりに気球用紙は高額で買い取られたことが第11図の資料からわかる。

第11図は日本和紙統制株式会社が埼玉県小川町に宛てた気球用紙買い取り価格通知である。大判（「一号」）1000枚で140円67銭，小判（「二号」）3000枚で134円７銭。さらに，紗漉（簀に紗を敷いて漉くため，簀の目・糸目などのない平滑な和紙になる）の場合は１円50銭高い値で買い取られた。細川紙の買取価格は同量で75～80円程度だったため[21]，気球用紙は高額で取引されたことがわかる。またこの通知書では気球用紙を「気球用原紙」と呼んでおり[22]，1943年時にはまだ気球に利用する旨を秘匿していないことがわかる。

**第11図　「手漉気球用原紙指示価格決定通知ノ件」**
1943（昭和18）年12月４日発行，埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

## ⑵　簀桁（すげた）

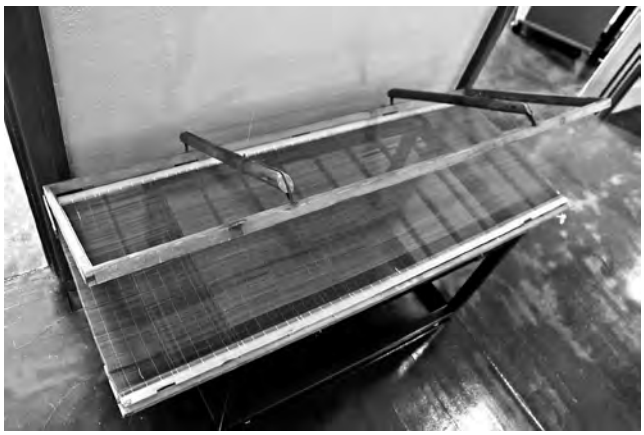
各気球用紙の規格に併せて簀桁が特注され，各生産地に納められた。埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵の「生紙三号用簀桁　注文書」（第12図）には，1944（昭和19）年９月30日，埼玉県手漉紙統制組合が高知県の簀桁製造者に「三号用」簀桁を40組「至急送るよう」催促していることが書かれている。また，埼玉県小川町が開発した規格で，それまで主に漉いていた「一号」「二号」用の簀桁は，「木取リタルモノ以外ハ」製造を中止するよう依頼している。「一号」は前項で記したように，抄紙に高度な技術を要したため小川町以外では漉いていなかった[23]。そのため，放球開始を直前に控えた1944年秋，全国で気球製造が本格化していく中で，特殊ともいえる「一号」を漉くよりも汎用性の高い「三号」が入用になった背景が伺える。



**第12図　「生紙三号用簀桁　注文書」**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

第13図に示すのは，当館所蔵の山梨県市川大門で気球用紙を漉くのに使用されていた簀桁である。サイズは147.1cm×57.7cmと，一見すると気球用紙規格に合致するものは無いが，この簀桁で小型の「五号」用紙を１度に２枚分漉き，規格通りに断裁して出荷したと推定される。というのも，明治以降，改良漉きが各地

に広まり，大型の簀桁が導入され，一度に数枚分の和紙を漉くようになったからである[24]。



第13図　気球用紙抄紙用簀桁（紙漉き機）
当館蔵

### ⑶　原料処理方法の開発

原料（楮など）の雑物（灰汁（あく））を取り除く原料処理は大変な手間がかかる重労働である。これを緩和するため，蒸煮時に従来の石灰・草木灰など弱アルカリ性薬剤に代わり，苛性ソーダなど強アルカリ性薬剤を用いる改良法が明治以来各地で導入された。

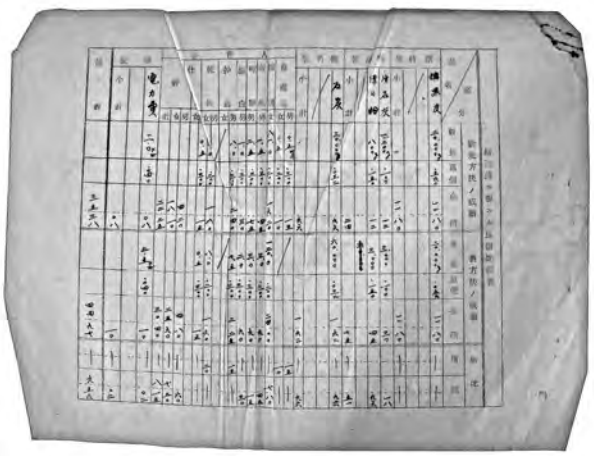
しかし戦時下では，軍需品である苛性ソーダは入手困難で価格が高騰したため，改良法以前の石灰・木灰を使用し，苛性ソーダ節約蒸煮法を各県の製紙試験場などで研究していたことが，『石灰蒸煮法ニ関スル文献』（紙のまち資料館所蔵）からわかる。これは愛媛県製紙試験場長を戦後務めた前松陸郎が，同試験場に保管されていた栃木県・埼玉県・富山県・岐阜県・山口県・愛媛県・高知県の県立製紙試験場などで行われた苛性ソーダ節約蒸煮法研究報告書などを綴ったものである。綴られている内容は以下の通り。

| | 資料名 | 発行者 | 発行年月日（和暦） | 数量 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 石灰蒸煮法ニ就キテ | 愛媛縣製紙試験場 | 昭和18年６月10日 | 2 |
| 2 | 苛性曹達不足對策ニ関スル試験研究成績報告 | 愛媛縣製紙指導所 | 昭和19年１月 | 1 |
| 3 | 石灰　煮熟法ニ就キテ | 愛媛縣製紙指導所 | 昭和19年11月 | 1 |
| 4 | 石灰ノ利用高度化試験 | 岐阜縣製紙工業試験場　提出 | 不明 | 1 |
| 5 | 苛性曹達代用生石灰ニヨル生黒桑皮ノ處理試験 | 岐阜縣製紙工業試験場 | 不明 | 1 |
| 6 | 石灰蒸煮方法試験研究 | 栃木縣商工課　小長谷技手 | 不明 | 1 |
| 7 | 石灰ノ利用高度化試験 | 山口縣工業指導所 | 不明 | 1 |
| 8 | 石灰蒸煮試験報告 | 富山県製紙指導所富山県技手　佐藤尚弘 | 不明 | 1 |
| 9 | 木灰利用高度化試験 | 高知県紙業試験場 | ［昭和18年頃］ | 1 |
| 10 | 石灰煮熟試験（中間報告） | 埼玉県小川製紙指導所 | 昭和19年３月 | 1 |
| 11 | 製紙原料特殊煮熟法ノ研究 | 高知県紙業試験場 | 不明 | 1 |
| 12 | 製品（紙）ノ品位試験成績比較表 | ［愛媛縣製紙指導所/愛媛縣製紙試験場］ | 不明 | 8 |
| 13 | 紙製造ニ要スル原価比較表 | ［愛媛縣製紙指導所/愛媛縣製紙試験場］ | 不明 | 3 |

第４表『石灰蒸煮法ニ関スル文献』に綴られていた資料一覧

各県では，蒸煮時に苛性ソーダを節約するため①蒸煮前に原料を一昼夜浸水させる前処理によって苛性ソーダを節約する蒸煮法，②石灰・消石灰を加え苛性ソーダの使用量を減らす蒸煮法の研究を行うが，これと同時進行させて，③石灰のみで蒸煮する研究を1943（昭和18）年頃より開始する。石灰は溶けにくく，苛性ソーダ利用時と比較して燃料を多く使用することが懸案事項であった。しかし，各県の試験場等の研究により，1944年初頭には改良法が見いだされたことが愛媛県の「苛性曹達不足對策ニ関スル試験研究成績報告」よりわかった。ここで注目

すべきは，四国は海岸が近いことから蒸煮時に海水を利用する方法をあみだしたことだった。海水に含まれる塩分の働きで，50分ほどで蒸煮を行うことが可能との結果が出た。これは従来石灰のみを利用した場合の1/3以下の蒸煮時間だった。原料の質についても，良好とする結果が出ており，従来の石灰蒸煮法より原価も節約できるという結果が「紙製造ニ要スル原価比較表」に示されている。



**第14図　『紙製造ニ要スル原価比較表』**
紙のまち資料館所蔵

**第５表　紙製造ニ要スル原価比較表**

| 品名/区分 | | | 新規方法の成績 | | | 旧方法の成績 | | | 対比 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 数量 | 単価 | 金額 | 数量 | 単価 | 金額 | 増 | 減 |
| 原価費 | 楮黒皮 | | 20.000g | .590 | 11.80 | 20.000g | .059 | 11.80 | － | － |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | 小計 | | | | 11.80 | | | 11.80 | － | － |
| 薬品費 | 生石灰 | | 1200g | .100 | 00.12 | 3.000 | .100 | 00.30 | | 00.18 |
| | 漂白粉 | | 800g | .150 | 00.12 | 3.000 | .150 | 00.45 | | 00.96 |
| | | | | | | | | | | |
| | 小計 | | | | 00.24 | | | 00.75 | － | 00.51 |
| 燃料費 | 石灰 | | 30.000 | .032 | 00.96 | 60.000 | .032 | 1.92 | － | 00.96 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | 小計 | | | | | | | 1.92 | | 00.96 |
| 人件費 | 前処理 | 男 | 0.5時間 | .300 | 00.15 | | | | 15 | － |
| | | 女 | 0.5 | .200 | 00.10 | | | | 10 | － |
| | 精撰 | 女 | 81.0 | .200 | 16.20 | 120.0 | .200 | 24.00 | － | 7.80 |
| | 煮熟 | 男 | 1.5 | .300 | 00.45 | 3.0 | .300 | 00.90 | － | 00.45 |
| | 叩解 | 男 | 2.5 | .300 | 00.75 | 3.0 | .300 | 00.90 | － | 00.15 |
| | 漂白 | 男 | 1.0 | .300 | 00.30 | 2.0 | .300 | 00.60 | － | 00.30 |
| | 抄造 | 男 | 8.0 | .300 | 2.40 | 7.5 | .300 | 2.25 | 00.15 | － |
| | | 女 | | | | | | | | |
| | 乾燥 | 男 | | | | | | | | |
| | | 女 | 9.0 | .200 | 1.80 | 8.0 | .200 | 1.60 | 00.20 | － |
| | 仕上げ | 男 | 0.5 | .300 | 00.15 | 0.5 | .300 | 00.15 | － | － |
| | | 女 | | | | | | | | |
| | 計 | 男 | | | 4.20 | | | 4.80 | － | 00.60 |
| | | 女 | | | 18.10 | | | 25.60 | － | 7.50 |
| | | 計 | | | 22.25 | | | 30.40 | － | 8.15 |
| 雑費 | 電力費 | | 2.0kw | .040 | 00.08 | 2.5kw | .040 | 00.10 | － | 00.02 |
| | | | | | | | | | | |
| | 小計 | | | | 00.08 | | | 00.10 | － | 00.02 |
| 総計 | | | | | 35.38 | | | 44.97 | － | 9.59 |

著者書き起こし，第14図と同資料

加えて注目すべきは高知県で行った「木灰利用高度化試験」である。高知県は林業が盛んであるため，屑木片が大量放棄されていることに同県紙業試験場は着目し，これを加熱用として利用した後の灰を有効活用しようというものだった。方法としては，木炭から炭酸カリウムを抽出し，高知県産の石灰で苛性ソーダ化させた。結果は，苛性ソーダには劣るが，蒸煮剤としては遜色なきものであり，「大いに好成績を収めた」と報告されている。その後，高知県各地で実施指導講習会を開催する旨，あわせて報告されている。

以上のように，各地の製紙試験場・指導所で研究開発された蒸煮方法は風船爆弾製造にも活用されたようだ。現在確認可能である風船爆弾用紙製造マニュアル「手漉生紙（きがみ）規格」「生紙製造法」「軍納気球用原紙製造法」[25] には，蒸煮方法について以下のように書かれている。（以下、当該箇所抜粋）

「手漉生紙規格」

陸軍軍需本廠

（2） 蒸煮処理。脱皮処理をなせる楮を適宜の容量の平釜に入れ，炭酸ソーダ，苛性ソーダ混合溶液（備考１）を以て，2.5～３時間蒸煮を実施す。（備考２）

備考１　炭酸ソーダ，苛性ソーダ混合溶液は，白皮楮100に対して重量にて700～800，炭酸ソーダ10，苛性ソーダ２を混合せるものとする。

備考２　蒸煮完了後は釜出を行い，廃液は砂槽を以て１～２回濾過回収し次回蒸煮液に混合使用することを得。

「生紙製造法」

愛媛県製紙指導所

３.蒸煮処理

［筆者注：事前に「２.晒処理」があり，ここで「晴天下約１日間川晒，又は晒場にて日光晒を行う」旨規定されている。］

晒皮となせる楮を次の二方法に依り約40分間煮熟する。

（1） 原料100に対し水800，炭酸ソーダ６，苛性ソーダ２を混用せるもの。

（2） 原料100に対し水900，石灰15を使用せるもの。

備考　原料100は黒皮時の重量とす。石灰処理の時は冷水時に煮熟剤たる石灰を投入後加熱を開始す。

「軍納気球用原紙製造法」

鳥取県工業指導所製紙部

二，煮熟

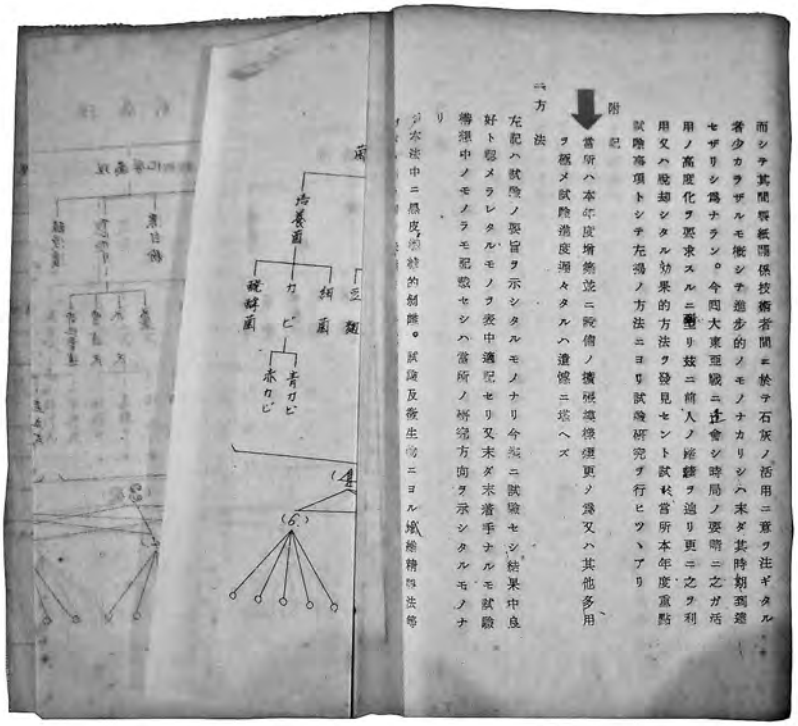
①煮熟前は楮白皮は一昼夜以上（二四時間）必ず流水中に浸漬を行い充分に軟化せしむること

②曹達灰[筆者注：炭酸ソーダに同じ]一〇％苛性曹達二％使用し三時間煮熟を行う煮熟中は撹拌を避け上下の傾倒は一回とす

③二番釜よりは釜中の夾雑物の除去するため廃液を砂濾しを行い回収すること

「手漉生紙規格」は登戸研究所で基礎を作り，需品本廠がまとめ，各生産県に配布した[26]。しかし，軍が作成したこの規格は現場の感覚とはズレが生じていたため，愛媛県立製紙指導所が「生紙製造法」を作成した。鳥取県の「軍納気球用原紙製造法」も愛媛県と同様の過程で作成されたものだと考えられる。

軍が作成した「手漉生紙規格」には蒸煮前の原料浸漬工程が含まれていないが，「生紙製造法」「軍納気球用原紙製造法」には流水中に原料を浸漬もしくは日光晒を必ず行うことが規定されている。また，「生紙製造法」には石灰のみの煮熟法も挙げられている。このことから，先に挙げた各県指導所・試験場の研究成果に基づいて，各気球用紙製造地では現場の実情に見合った風船爆弾用紙製造指導指針を作成したことが見えてくる。



第15図　『石灰煮熟試験（中間報告）』
紙のまち資料館所蔵

## 5．気球用紙製造地

### (1)　製造地の選定

上空１万m，アメリカ大陸までの距離約9000kmを72時間かけて飛翔するには直径10mの気球が必要である，と登戸研究所は結論づけ，気球の開発が始まる。1943（昭和18）年11月には太平洋横断型気球の目途が立ち，1944年初頭には千葉県一宮の鷲（おどろき）海岸にて試射実験を行うこととなった。試射用200球分の気球用紙は1943年から44年初めにかけて全て小川町で生産された。

埼玉県小川製紙指導所が1944年３月に作成した『石灰煮熟試験（中間報告）』（第15図）には

「當所ハ本年度增築並ニ設備ノ擴張模様變更ノ為又ハ其他多用ヲ極メ～」（図矢印部）と報告されているが，１球あたり約4000枚の和紙[27]が必要なため，風船爆弾試射用200球＝約80万枚の気球用紙製造で小川町が多忙を極めていたことが伝わる。

この実験は成功し，1944年３月に風船爆弾は兵器として正式に採用される。放球時期は1944年11月から翌年３月までとし，目標放球数を１万5000発と定める。そのため，１年間で6000万枚以上の和紙製造が必須となった。これだけ莫大な数量の和紙は小川町だけではとても賄いきれないため，他の和紙産地での気球用紙製造も本格化していく。それでは，気球用紙製造地はどのように選定されたのだろうか。

日本には多数の和紙産地があったが，地域によって扱う原料も大きさも厚みも異なるため，気球用紙に適した産地を選定しなければならない[28]。そのため，伊藤覚太郎は1942～43年頃，紙統制会社手漉課長・森沢武馬らと協議の上，従来の埼玉県に加え，石川県・岐阜県・鳥取県・高知県・愛媛県・福岡県の７県を選定した。各産地の特徴から選定基準を推測すると，以下の点が考えられる。

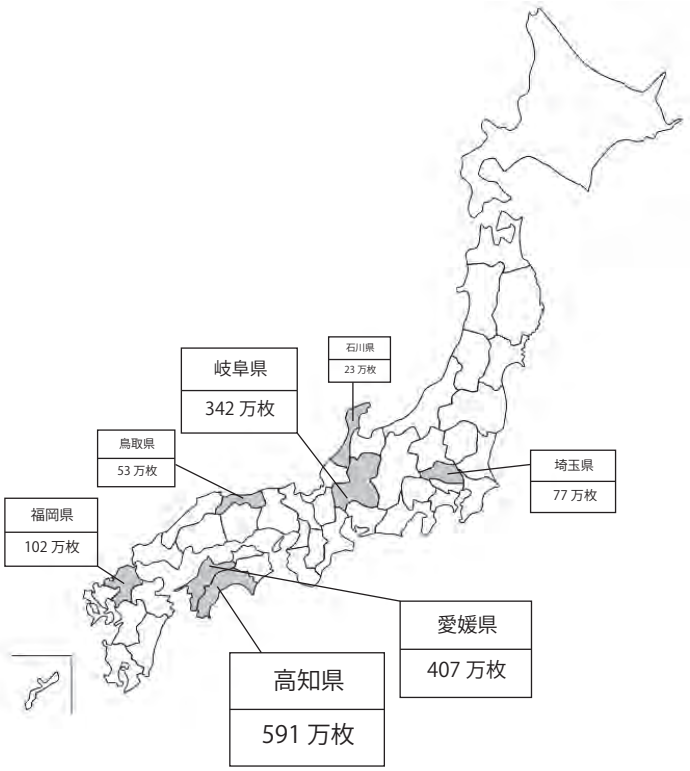
・県の製紙試験場，製紙指導所などがあること
・高品質な楮（こうぞ）を使用して和紙を漉いていること
・高度な技術を保持した職人がいること
・まとまった数の労働力を確保できること

この中で鳥取県を製造地に入れるかどうか，伊藤は悩んだようだ。鳥取県は，従来三椏（みつまた）を主原料に和紙を漉くことを得意としていたため，楮の長い繊維を漉く技術を有していなかった。しかし，薄く高品質な和紙を漉ける高度な技術を保持した職人がいた点，和紙業界で大きな功績をあげている小路位三郎（こうじ いさぶろう）が鳥取県工業指導所に在籍していた点から，鳥取県も製造地に指定することとなった。

現在も越前和紙で有名な福井県はなぜ選ばれなかったのか。その理由は明確ではないが，内閣印刷局に納める紙幣用紙を製造していた点，気球紙以外の軍納紙を多数納めていた点が考慮された可能性がある。しかし，その後福井県は1944年に「細川紙」５万枚製造の指令を受けることとなる。これが風船爆弾用なのかは明確ではないが[29]，この頃になると，先に指定された７県だけでは製造が間に合わなくなり，他の和紙生産地においても製造されるようになる[30]。

| | 推定生産枚数（月単位） |
|---|---|
| 高知県 | 591万枚 |
| 愛媛県 | 407万枚 |
| 岐阜県 | 342万枚 |
| 福岡県 | 102万枚 |
| 埼玉県 | 77万枚 |
| 鳥取県 | 53万枚 |
| 石川県 | 23万枚 |
| | 合計1,595万枚 |

**第６表**
**主要県別気球用紙製造推定生産枚数（月単位）**




**第16図　風船爆弾気球紙製造主要県別推定生産枚数（月単位）**
（第６表とともに吉野興一『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』朝日新聞社を基に資料館作成）
気球用紙60％以上を愛媛と高知の四国で生産していた。

### ⑵　気球用紙製造の中心地　―四国（高知県・愛媛県）

気球用紙製造のパイオニアは埼玉県小川町だったが，太平洋横断型風船爆弾計画が具体的なものなると，その中心地は四国へと移っていった。

**第17図　仁淀川**（によどがわ）
2014年撮影
和紙を漉くには，清らかで豊富な水が必要である。清流で，豊富な水量を誇る仁淀川が風船爆弾用和紙生産No.1の高知県を支えていた。

高知県は良質な楮（土佐楮）と豊富な美しい水，典具帖紙（てんぐちょうし）に代表される薄く丈夫で高品質な和紙を漉ける職人に恵まれており，気球用紙製造の中心地になる条件を揃えていた。また，愛媛県も気球用和紙生産量第二位の製造量をほこり，原料処理から気球成形まで全ての行程を担っていた。しかし，漉き手には恵

まれていた愛媛県だったが，原料の楮は不足していた。月に４万貫（150t）の楮が必要なところ，愛媛県内では月6000貫（25t）程度の収穫しかなかった。そのため高知から楮が運ばれた。その他の産地でも，高品質な高知産の楮が豊富に用意されたという記録が残っている[31]。気球用和紙製造が始まった1943（昭和18）年時は，高知県は和紙生産だけではなく，原料の楮生産でも「ふ号」作戦を支えていたと言える。

### ⑶　戦時下の和紙産地の様子　―東野辺薫（とうのべかおる）『和紙』から見る福島県上川崎

第18回芥川賞受賞作品である東野辺薫『和紙』は，1943（昭和18）年に東野辺が福島県上川崎（現・二本松市）を取材した内容に基づいて書かれている[32]。

戦時下，和紙原料の供給・生産・販売が統制傘下となった。上川崎でも，それまで多種多様な和紙を漉いていたが，その種類は制約され，軍需紙や農産物増産のための温床紙が優先的に生産された。

『和紙』には，原料や苛性ソーダなど薬剤の不足と価格の高騰，召集による漉き手不足により疲弊していた村が，軍需紙を漉くことになり，原料が「何の煩わしさもなく」送られ，村が活気づいていく様子が描かれている[33]。また，岐阜にも同じような光景が広がった。戦時下で和紙の需要が減り，村は疲弊していた。しかし気球用紙を漉くようになってからは良質な土佐楮，ソーダ灰など原料が山ほど届き（美濃紙産地である）「牧谷が息を吹き返した」[34]という。

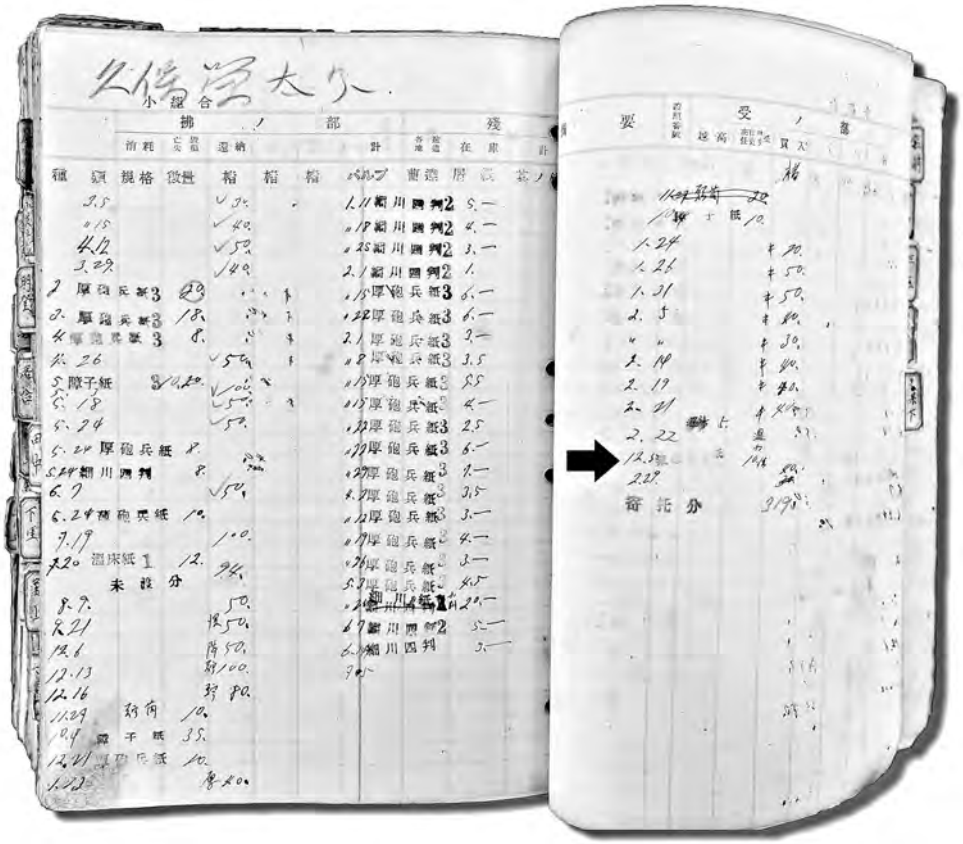
**第18図　『和紙』**
1944年，筑地書店発行，明治大学図書館所蔵

### ⑷　戦時下の和紙産地の様子　―『楮配給簿』から見る埼玉県・小川町

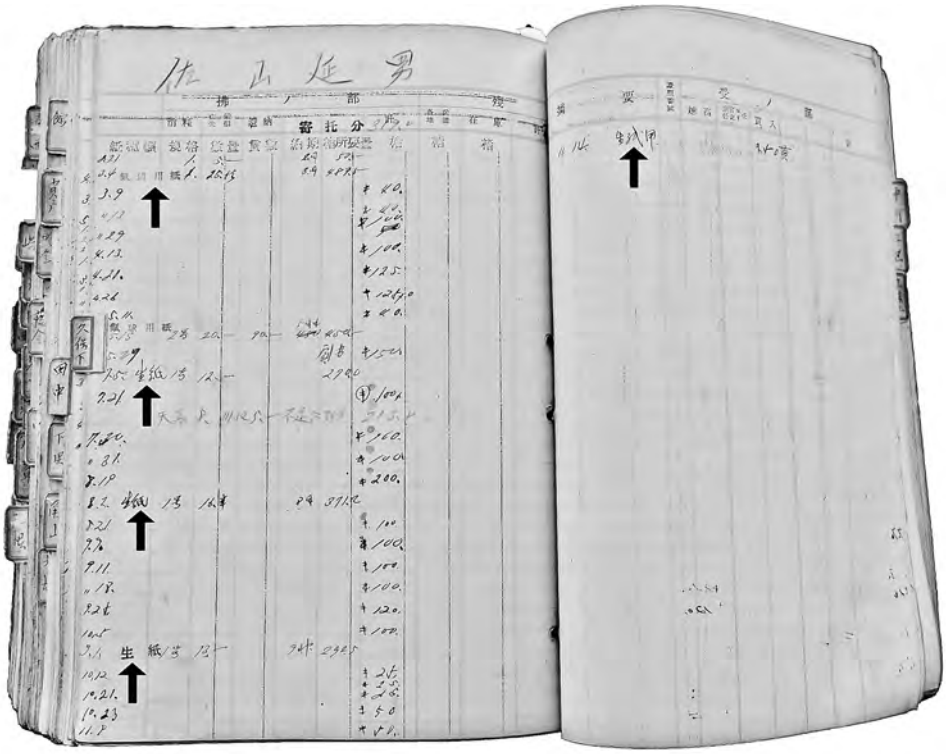
埼玉県小川和紙工業協同組合には，昭和18年度～20年度の『楮配給簿』が残されている（第19～21図）。

昭和18年度分には，12月５日に「気球用原紙」の表記が見られる。この頃より埼玉県小川町の漉き手の大半が気球用紙を製造するようになる。また，それ以前は軍需紙（厚砲兵紙）を主に漉いていたことがわかる。

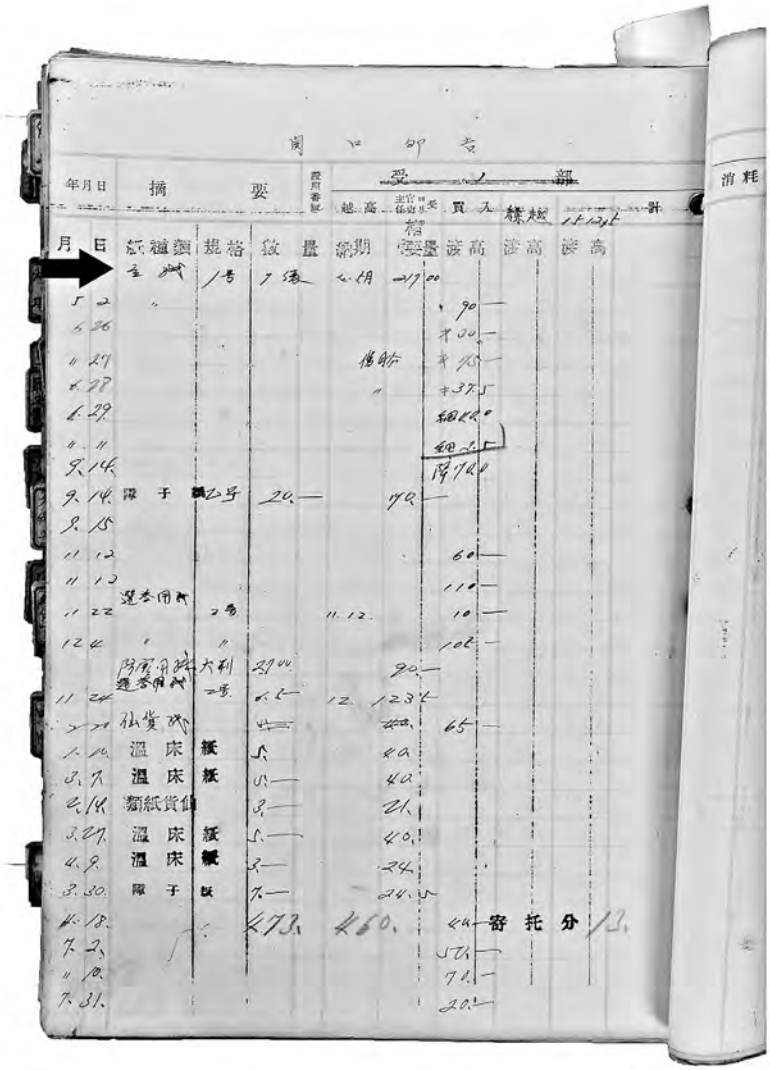
昭和19年度分からは，５月までは「気球用紙」と表記するが，７月より「生紙（きがみ）」と変わり，気球用和紙が秘匿名で呼ばれるようになったことがわかる。



**第19図　『昭和十八年度　楮配給簿』**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵
矢印部に「気球用原紙」の文字。



**第20図　『昭和十九年度　楮配給簿』**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵
矢印部より「気球用紙」から「生紙」に呼称が変化したことがわかる。



**第21図　『昭和二十年度　楮配給簿』**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

昭和20年度分からは，風船爆弾放球終了後の1945（昭和20）年４月，５月にも「生紙」を納めていたことがわかる（第21図矢印部）。また，戦前は軍需紙一色だったのが，戦後は選挙用紙や温床紙，そして障子紙など，民需紙が復活していることが分かる。

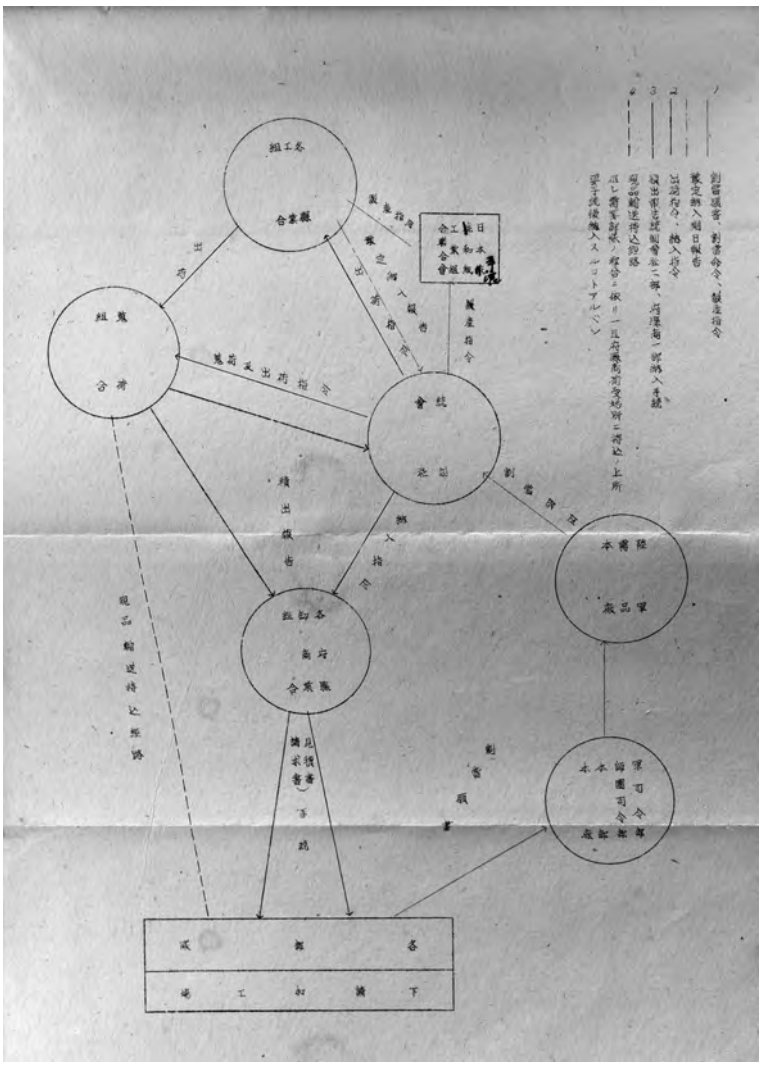
### ⑸　気球用紙発注から気球完成まで

埼玉県小川和紙工業協同組合が所蔵する1943（昭和18）年４月13日発行「手漉紙　統制経済下の和紙流通経路図」（第22図）及び関係者の証言[35]より，気球用紙発注から集荷までのプロセスがわかる。

気球用紙の製造命令は陸軍需品本廠→日本和紙統制株式会社→日本手漉和紙工業組合連合会→各県の工業組合→各生産者の順に下された。

漉きあげられた気球用紙は，各生産者→各県の工業組合→集荷組合の順に集められ，集荷組合が日本和紙統制株式会社の出荷司令に従い，気球貼り合わせ工場に納めた。

貼り合わせ作業は，陸軍兵器行政本部需兵課第三班マルフ係→国産科学工業株式会社／中外



**第22図　手漉紙　統制経済下の和紙流通経路図**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

火工株式会社→国産科学工業株式会社／中外火工株式会社子会社（もしくは行政本部造兵課→造兵廠）の順に命令が下された。そのため，指定された和紙産地には，その周辺に国産科学工業株式会社・中外火工品株式会社子会社か関連企業，もしくは造兵廠に属する貼り合わせ工場が設置された[36]。

## 7．原料の確保

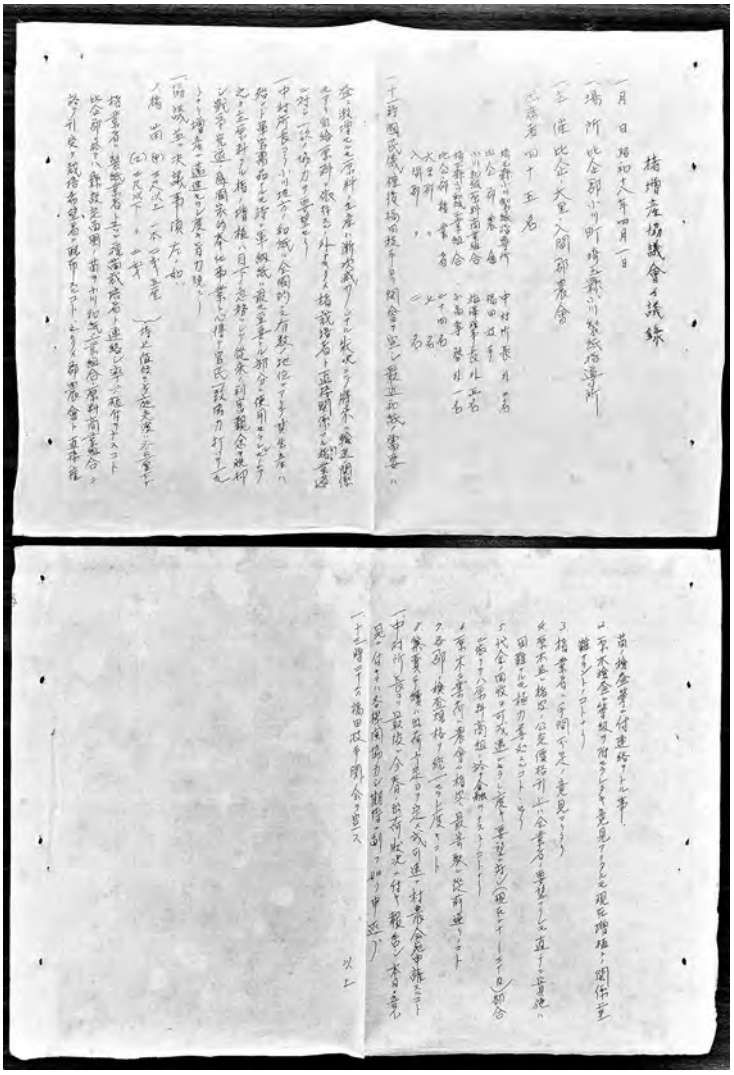
### (1)　楮（こうぞ）増産の呼びかけ

軍は1944（昭和19）年３月に総放球数を１万5000発と定めたのは前述のとおりだが，５月には10月末までに5000球を配備することが決まった。1944年初頭には，小川町以外でも気球用紙が漉かれ始め，充分な量の和紙を確保できるよう計画されていたが，5000球＝2000万枚もの和紙を漉くには原料である楮も充分に用意しなければならない。しかし，当時の日本の楮生産量ではこれだけの量の和紙を漉くには到底足りなかった。そのため，1943年初めごろ，伊藤覚太

郎は全国で生産される楮のほとんどを陸軍省軍務局でおさえることとした。しかし，印刷局その他でも楮が必要であったため，各方面との調整を森沢武馬（元日本手漉紙工連専務理事，紙統制会社手漉課長）と信貫英蔵（元紙統制会社社長）に依頼する。

楮の収穫期は12月～２月であり，植えてから一年で刈り取ることができるため，1943年末からの大量の気球用紙製造を見込んでのことだと思われる。こうして関係者は大量の楮を確保するため奔走する[37]。

また，埼玉県小川和紙工業協同組合に残る1943年４月１日発行「楮増産協議會々議録」（第23図）には，中村和（かのう）が「軍納紙」で重要な位置を占めている小川町の和紙生産を支えるため，埼玉県内で楮を増産するよう呼びかけていることが記録されている。小川町では風船爆弾以外にも砲兵紙など軍納紙を多数漉いていたが，風船爆弾が兵器として採用された1943年３月直後に楮増産を呼びかけていることから，風船爆弾のための大量な楮確保の一環であると考えられる。その他にも，楮などの統制を行っていた日本原麻統制株式会社[38]の楮販売価格表（第７表）をみると，1945年時には，風船爆弾製造用の楮を確保するためか，1941年と比較し２倍近い価格で楮が取引されていたことがわかる。



**第23図　「楮増産協議會々議録」**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

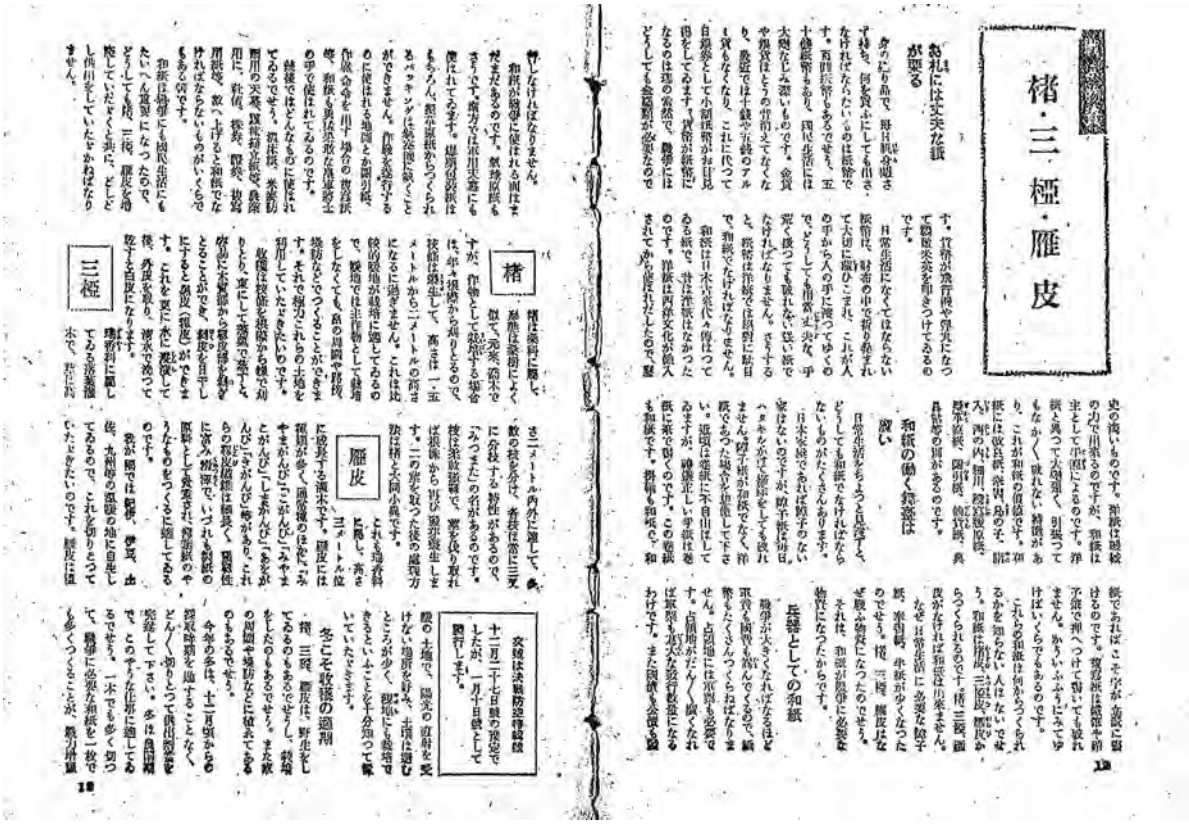
気球紙を漉く地域では何の心配も煩わしさもなく上質な楮が流れてきたというが，その一方で軍需以外の紙を漉くことが，原料価格高騰のため難しくなった。

| | 等級 | 黒　皮 | 地気/未晒 | 白　皮 |
|---|---|---|---|---|
| 1941年 | | 19.65円 | 41.40円 | 49.75円 |
| 1945年 | 一等 | 33.50円 | 72.00円 | 86.70円 |
| | 二等 | 31.50円 | 69.20円 | 82.70円 |
| | 等外 | 25.00円 | 56.60円 | 67.20円 |

**第７表　日本原麻統制株式会社 最高販売価格（10貫あたり）**

（森義一『岐阜縣手漉紙沿革史』岐阜縣手漉紙製造統制組合より表作成）

※１貫＝3.75kg



楮・三椏・雁皮

お札には丈夫な紙が要る

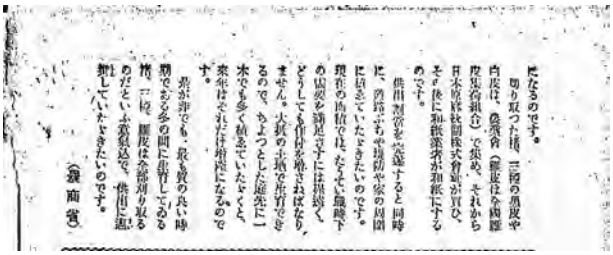
和紙の働く特徴は

兵器としての和紙

楮

三椏

雁皮



**第24図　情報局編集『週報』427号**

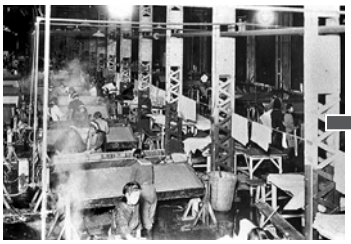
国立公文書館所蔵

また，1945年１月３日発行の情報局編集『週報』427号には「戰ふ物資　楮・三椏（みつまた）・雁皮（がんぴ）」（第24図）として，和紙の原料である楮・三椏・雁皮の増産を呼びかける記事が掲載されている。ここには「兵器としての和紙」に「気球原紙」が挙げられている。

## ８．風船爆弾「原紙」製造現場

### ⑴　気球製造工程

風船爆弾製造は青少年を含む膨大な数の人が関わるので，ミスを少なく製造できるよう本稿「4.気球和紙製造規格」に挙げたように登戸研究所が詳細なマニュアルを作成した。このマニュアルに基づき，各生産地から集められた気球用和紙（生産地では秘匿名「生紙（きがみ）」[39]，製造地では「日本紙」[40] と呼んでいたことが資料や証言からわかっている）は，各地の造兵廠や製造工場へ納入され，動員された女学生たちの手によって貼り合わせが行われ，気球へと成形された。



**1．製造工場の様子（陸軍小倉造兵廠）**
並んでいるのは「三角乾燥機」。この台で和紙貼り合わせが行われた。

**2．コンニャク糊製造**

**3．和紙貼り合わせ**

**4．化学処理**
原紙をアルカリ溶液かグリセリン溶液で煮ているところ（どちらの行程かは不明）。

**5．原紙の検査**
貼り合わせた和紙に「ウキ」がないかなど入念にチェックする。

**6．気密度検査（満球テスト）**
空気を入れ，気体漏れがないか最終確認を行う。

**第25図　気球製造工程**
小倉陸軍造兵廠で撮影されたもの。画像：林えいだい氏提供

コンニャク糊と和紙で３～５層になったものは，「原紙」と呼んでいた。塗布したコンニャク糊が水に溶けず，水素を長時間逃さない素材にするため，炭酸ナトリウム溶液などでアルカリ処理を行う。しかし，この状態だとごわごわしているため，折りたたみシワから裂傷が起きる可能性がある。これを防ぐため，グリセリン溶液で煮て柔らかくし，放球地への運搬時に気球が痛むことがないようにした。そして気球を成形するため，原紙はパーツごとに切り取られ，女学生の手によって気球に成形され，最後に気密度検査を行い，納入する。

原紙製造のみを行う工場もあれば，気球成形，気密度検査まで行う工場もあった。

### ⑵　表彰状

第26，27図は和紙貼り合わせに動員された女学生の皆勤等の功績を称え，贈られた表彰状である。気球原紙を利用したと推定される。第26図は愛媛県金生地区（現･四国中央市）の風船爆弾工場に動員された川之江高等女学校生宛て。第27図は東京第一陸軍造兵廠（現･北区王

子）の風船爆弾工場に動員された上野高等女学校生宛てであり，1945（昭和20）年３月10日に表彰される予定だったが，東京大空襲があったため，３月末に贈られた[41]。

第26図　表彰状
四国中央市教育委員会所蔵

第27図　表彰状
鈴木和子氏寄贈

## ９. 原紙製造の機械化

### ⑴　生紙抄紙機の開発

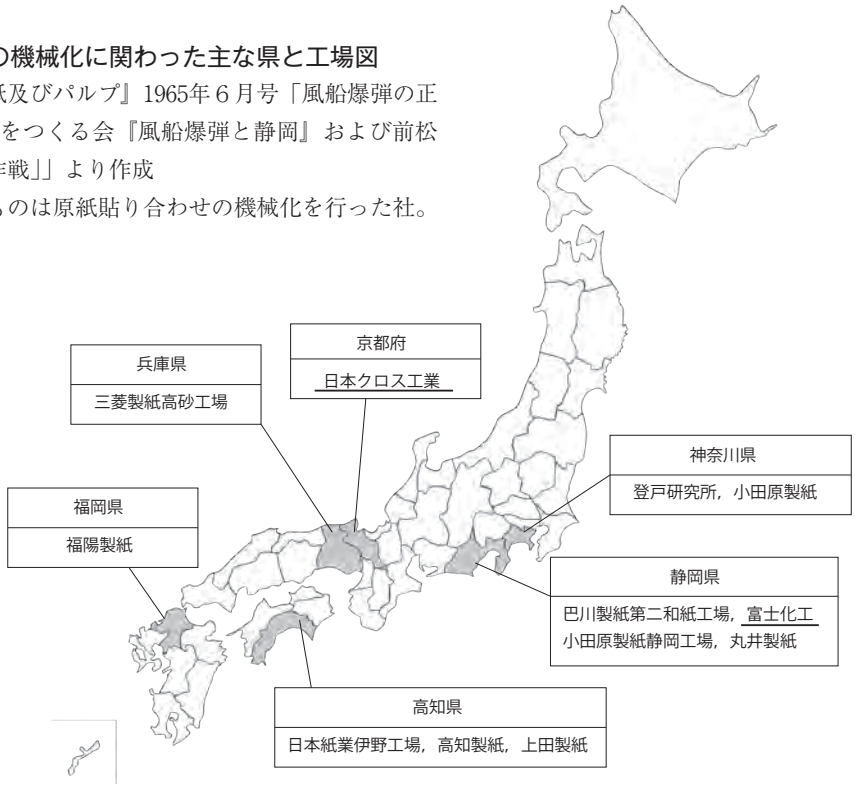
軍の厳しい基準をクリアできるよう，和紙製造・貼り合わせの作業は細心の注意を払って行われたが，手漉きでは厚みにムラが出る場合があり，人の手ではコンニャク糊の塗りムラが起こり，それによって気球の強度と重さが不均一になると伊藤覚太郎は考えていた。この問題を解決するため，伊藤は生紙抄紙機（きがみしょうしき）を考案する。当時も和紙抄紙機はあったが，パルプなど他の原料を一切混入せずに，楮（こうぞ）のみを原料として機械で和紙を漉くことは不可能であるということが業界の常識だった[42]。しかし伊藤は王子製紙出身の自身の経験を活かし，抄紙機に「邪魔板」を入れることで手漉きのような「縦ゆり」「横ゆり」を機械に導入することを発案する。そして，第三科でつながりのあった小田原製紙の協力を得て機械漉きの目途をたて，登戸研究所での中間試験を経て，楮100％の和紙抄紙機の開発に成功する。その後は，静岡，高知，兵庫，福岡に機械抄きを拡大させていった。しかし，各社の技術は交流することなく，機械抄きは秘密裡に行われた[43]。

### ⑵　原紙貼り合わせ機械の開発

コンニャク糊貼り合わせ＝原紙製造も機械化するため，登戸研究所へ特殊クロス（布・紙コーティング加工）納入の実績があった日本クロス工業に研究開発協力を1944（昭和19）年８月に依頼する[44]。その後10月には完成をみて本格稼働を始めた。日本クロス工業での原紙月間生産量は10万メートルに及んだという。同社が開発した量産化システムでは，和紙貼り合わせ人員１万人分に相当する生産性をあげたため，軍はこのシステムをモデルにして全国54の機械

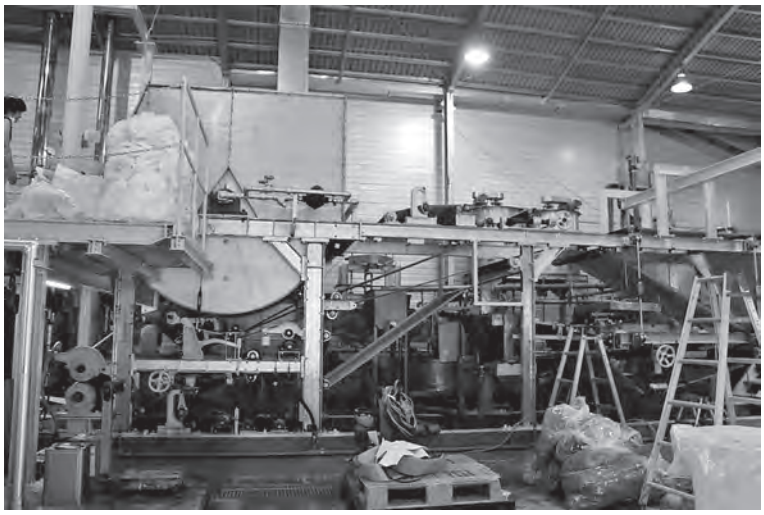
染色工場に原紙生産を命じた[45]。こうして，気球原紙製造を完全機械化することが可能となったが，この原紙で気球が製造されるのは1945年２月頃であり，大量生産には至らなかった[46]。

**第28図　原紙製造の機械化に関わった主な県と工場図**
紙・パルプ連合会『紙及びパルプ』1965年６月号「風船爆弾の正体」，静岡平和資料館をつくる会『風船爆弾と静岡』および前松陸郎「和紙と「ふ号作戦」」より作成
会社名に下線があるものは原紙貼り合わせの機械化を行った社。




### (3)　戦後の楮紙の機械漉き

伊藤が完成させた楮のみを原料とする抄紙機の技術は画期的であったが，手漉き和紙業界を圧迫することが懸念され，敗戦とともに封印された[47]。その後20数年を経て，高知県・伊野の高岡丑太郎が長繊維でも製紙可能な抄紙機を開発する。こうして現在では，楮和紙も機械で漉くことが可能となった。



**第29図　和紙抄紙機**
株式会社モリシカ（高知県吾川郡いの町）協力

〈資料〉

注：判読できなかった箇所は■と表す

「手漉氣球用原紙指示價格決定通知ノ件」（第11図）埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

配貳第二一三號

　昭和十八年十二月四日

埼玉縣小川和紙工業組合　殿

　手漉氣球用原紙指示價格決定通知ノ件

首題ノ件ニ關シテ曩（サキ）ニ價格等統制令第七條第一項但書ニ依ル許可申請書提出中ノ處十一月二十六日ヲ以テ農商省物價局一八者第二四四號ニ依リ購入取扱價格決定御許可相成候條左ノ通リ御通知申上候

記

　名　稱　手漉氣球用原紙

　品　種　楮一〇〇％ニテ抄造ノモノ

　　大判　六尺三寸五分×二尺二寸（一、〇〇〇枚ニ付

　　四貫五百匁ヨリ四貫八百匁マデノモノ）

　　小判　二尺二寸　　×二尺二寸（三、〇〇〇枚ニ付

　　四貫五百匁ヨリ四貫八百匁マデノモノ）

統制會社購入價格

　大　判　一、〇〇〇枚ニ付

　　税込　金壹百四拾圓六拾七錢也

　　免税　金壹百貳拾七圓八拾八錢也

　小　判　三、〇〇〇枚ニ付

　　税込　金壹百參拾四圓七錢也

　　免税　金壹百貳拾壹圓八拾八錢也

但シ紗漉ノ場合ハ大判一、〇〇〇枚ニ付小判三、〇〇〇枚ニ付キ各金壹圓五拾錢上ゲトス

以　上

簀桁註文書（第12図）埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

第　　號

昭和　年　月　日

發　埼玉縣手漉紙統制組合

宛　薩埵■一殿

註文書

一　生紙　三号用簀桁

　　紙仕上リ寸法

　　縦　二尺二寸

　　横　三尺二寸

第　　號

昭和　年　月　日

發

宛　註文書

一，生紙用（三号）簀桁　四拾組

　　紙仕上リ寸法　縦　二尺二寸

　　横　三尺二寸

右大至急御製造相成度此段註文ニ及候也

■テ二尺二寸角簀桁ハ木取リタルモノ以外ハ製造

　中止下サレ度，六尺三寸五分モノモ同様ニ候

昭和十九年九月三十日

埼玉縣手漉紙統制組合

薩埵■一殿

「楮増産協議會々議録」（第23図）埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵

楮増産協議會々議録

一，月　日　　昭和十八年四月一日

一，場　所　　比企郡小川町埼玉縣小川製紙指導所

一，主　催　　比企・大里・入間郡農會

一，出席者　　四十五名

　　埼玉縣小川製紙指導所　中村所長　外　二名

　　比企郡農會　　福田技手

小川和紙原料商業組合　梅澤理事長外　五名
埼玉縣小川和紙工業組合　小高専務　外　一名
比企郡楮業者　二十四名
大里郡　〃　七　名
入間郡　〃　二　名

一，十一時國民儀禮後福田技手ヨリ開會ヲ宣シ最近和紙ノ需要ハ益々激増セルモ原料ノ生産ハ漸次減少シアル状況ニテ將來ハ輸送ノ関係モアリ自給原料ニ依存スルノ外ナキタメ楮栽培者ト直接関係アル「楮[注：カジキのルビあり]業者」ニ対シ一段ノ協力ヲ要望セリ

一，中村所長ヨリ小川地方ノ和紙ハ全國的ニモ有数ノ地位ニアリテ其生産ハ殆ンド軍官需品ナルモ特ニ軍納紙ハ最モ重要ナル部分ニ使用セラレルモノニテ之カ主原料タル楮ノ増殖ハ目下ノ急務ニシテ従來ノ利害觀念ヲ脱却シ戰爭完遂ノ爲國家的奉仕事業ト心得テ官民一致協力打ツテ一丸トナリ増産ニ邁進セラレ度キ旨力説セリ

一，協議並ニ決議事項左ノ如

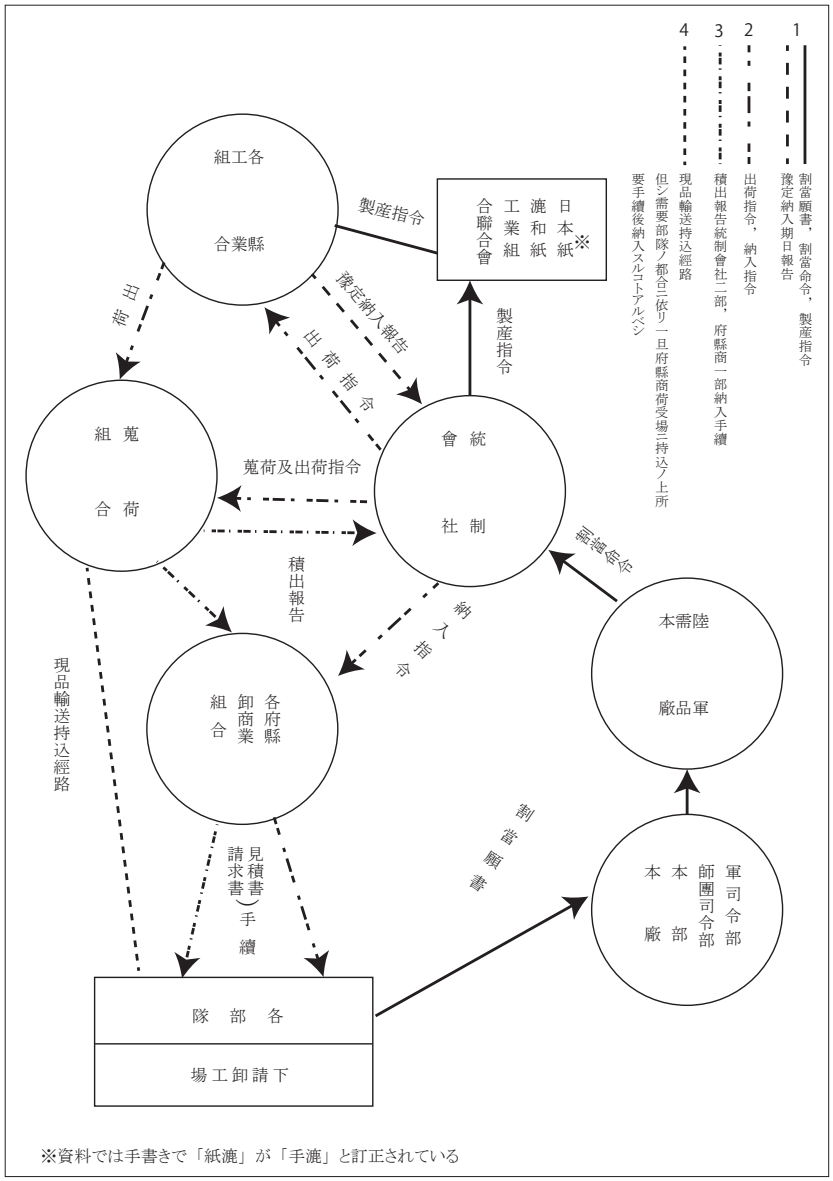
1.楮苗（甲）三尺以上　一本　二銭五厘
　（乙）三尺以下　〃　二銭
　持込値段ニシテ庭先渡ハ各五厘下ゲ
　楮業者ハ製紙業者ト共ニ種苗栽培者ト連絡シ率先植付ヲナスコト
　比企郡ニ於テハ縣設定苗圃ノ苗ヲ小川和紙工業組合・原料商業組合ニ於テ引受ケ栽培希望者ニ配布スルコト之カタメ郡農會ト直接種苗ノ檢査等ニ付連絡ヲトル事
2.原木檢査ニ等級ヲ附セラレタキ意見アリタルモ現在増植トノ関係上至難ナラントノコトナリ
3.楮業者ハ手間不足ノ意見アリタリ
4.原木並ニ楮皮ノ公定價格引上ハ全業者ノ要望ナリシモ直チニ實施ハ困難ナルモ極力善処スルコトヽセリ
5.代金ノ回收ヲ可成速ニセラレ度キ要望ニ対シ（現在二十 ― 三十日）都合ニ依リテハ原料商組ニ於テ金融ヲナストノコトナリ
6.原木之集荷ハ農會ニ楮皮ハ最寄駅ニ従前通リノコト
7.各郡ノ檢査規格ヲ統一セラレ度キコト
8.集買手續ハ出荷予定日ヲ定メ或可速ニ村農会宛申請スルコト

一，中村所長ヨリ最後ニ今春ノ出荷状況ニ付キ報告シ本日ノ意見ニ付キテハ各機関協力シ期待ニ副フ如ク申述ブ

一，十三時二十分福田技手閉会ヲ宣ス

以上

**手漉紙　統制経済下の和紙流通経路図（第22図）**
埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵




本稿の基となる2014年度企画展を開催するにあたり，下記の方々・機関にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。（敬称略・五十音順）
石川俊子，伊藤澪子，小池汪，小林良生，進藤万壽子，谷井恵美子，宮地亀好，いの町紙の博物館，小川町教育委員会，埼玉県小川和紙工業協同組合，鹿敷製紙株式会社，株式会社ヘイワ原紙，株式会社モリシカ，紙の博物館，紙のまち資料館，高知県立紙産業技術センター，四国中央市，四国中央市教育委員会，内外典具帖紙株式会社，藤原製紙所

特に小林良生氏，渡辺賢二資料館展示専門運営委員には企画立案から調査研究活動にわたり多大なるご尽力とご助言を頂けた事に感謝いたします。

〔注〕

（１）紙の博物館『紙のなんでも小事典』（講談社，2007年）ｐ.86。

（２）日本最古の製紙記録は610年の『日本書紀』だが，大陸から仏教が伝来する６世紀初めごろには製紙技術がもたらされたとする説もある（同前pp.90-91）。

（３）同前，ｐ.89。

（４）同前，pp.56,100。

（５）西健男「ねり使用の伝来に就ての新説」（『百万塔』第46号，紙の博物館，1978年）では，ネリは製紙技術と共に中国よりもたらされたものであるとする説が述べられているが，一般的にはネリは日本独自の技術だとされている。

（６）吉野興一『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』（朝日新聞社，2000年）,p.25。

（７）国産科学工業研究所は後に国産科学工業株式会社となるが，いつ株式会社となったか時期を特定できないため，本稿では以後「国産科学」と略すことにする。

（８）ただし正式な兵器として採用されたわけではなかった。詳しくは本誌所収の山田朗「企画展記念講演紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」を参照のこと。

（９）「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（１）」（『紙及パルプ』15巻５号，1964年）pp.31-32において，中村和（当時の埼玉県製紙工業指導所長）は「小川は中央に近い関係上」気球用紙の受注を受けており，「これを高知，岐阜のようなところでつくっておれば，もっと早く実際的になったと思います」と指摘している。

（10）小林良生「太平洋戦争時登戸研究所の秘密戦兵器開発に対して製紙業界が行った生産協力～企画展「戦争と紙」に因んで～」（本誌pp.11,29-30）

（11）寿岳文章は小川町で漉かれる和紙は「その強靭性を利用される各種の包装・永久記録用・札紙・紙袋」などに利用されたことを挙げている。（『和紙風土記』筑摩書房，1987年，p.150）また，中村和は「小川は厚い紙が得手だった」と述べている（前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（１）」p.31）。

（12）一條三子「風船爆弾製造をめぐる地域社会戦時体制―埼玉県小川和紙生産地の戦時体制―」（『駿台史学第141号』，駿台史学会，2011年）p.213。

（13）「風船爆弾」という名称は1945年２月18日付「朝日新聞」において初めて使用されたと思われる。1944年から放球が開始される太平洋横断型の気球兵器は「マルふ（○の中にふ）」と呼ばれていた。昭和初期に開発された対ソ連用の気球兵器名も風船爆弾ではなかったと推定されるが，防空・観測用など他の気球兵器と区別するため，本稿では爆弾を搭載し直接攻撃する気球兵器を以後風船爆弾とする。

（14）武内孝夫『こんにゃくの中の日本史』（講談社現代新書，2006年）ｐ.120。

（15）この点については本誌所収の小林論文を参照されたい。

（16）「手漉生紙規格」には大判は「務めて横振りを行うものとし」，小判は「行わざるも可なり」と規定している（前松陸郎「和紙と「ふ号作戦」」，『紙及パルプ』10巻第２号，1959年，ｐ.23）。「生紙製造法」では「横振りは１枚抄造中２～３回充分に行う事」（同前ｐ.25），「軍納気球用原紙製造法」では「縦は横の強さの二分の一乃至三分の一となるから横揺りを充分すること」（鳥取市歴史博物館『70年目の夏　昭和の戦争と鳥取　～戦艦武蔵・風船爆弾・歩兵第四十連隊・特攻～』，2015年，p.51）と漉き手に指導している。

（17）近代まで製紙技術は「秘法」として，他に決して伝わることがないように管理されていた。慶長元年，土佐の七色紙を開発した男が故郷に帰ろうとしたところ，「秘法」が他国に漏れることを恐れた村人が男を殺すという逸話も残る。このような経緯や，各地の風土に適した原料・道具を用いて漉いていたため，紙の大きさ・特色が産地によって異なっていた。

（18）「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（２）」（『紙及パルプ』15巻６号，1964年）p.23。

（19）同前。

（20）なお，初期は厳しく指導されたものの，枚数が必要になってくると品質についてあまり問われなくな

ったようだ。例えば軍道紙を漉いていた職人が「少しぐらいのすき傷があっても貼る時には直すから，どんどんすけと言われました。」と言っている（下島彬『多摩の伝統技芸１』，中央大学出版部，1990年，p.128）。また小川町においても，ノルマが増えるに従い，「「できるだけ薄く」の条件も少しずつ緩くなり，しまいには倍くらいになっても「軍はなにも言わず，ただ作ればいいという感じ。」」と埼玉県立滑川高等学校郷土部『部報　比企　第７号　―小川町の和紙と戦争』（滑川高等学校郷土部，1990年）p.30に報告されている。

(21) 昭和17年11月時の「和紙公定價格一覧表（手漉之部）」（日本和紙統制株式会社発行，埼玉県小川和紙工業協同組合所蔵）による。なお，小川町で漉いていた他の軍需紙や民需紙と気球用原紙の買い取り価格比較は埼玉県平和資料館『戦争と埼玉の地場産業Ⅰ　小川和紙』（埼玉県平和資料館，1998年）p.24に詳しい。

(22) 本稿p.55に挙げる埼玉県小川町工業協同組合所蔵『昭和十八年度　楮配給簿』にも12月の欄にも「気球用原紙」の文字が認められる。

(23) 前掲「和紙と「ふ号作戦」」p.25。

(24) 寿岳文章，寿岳静子『紙漉村旅日記　定版』（沖積舎，2003年11月（1944年初版の復刻版））では，江戸末期に土佐の吉井源太が開発した改良漉きが日本各地の和紙生産地で導入されている様を報告している。

(25) 愛媛県には1943年９月陸軍需品本廠発行の「手漉生紙規格」及びこれを基に作成した愛媛県製紙指導所作成「生紙製造法」の存在が戦後愛媛県製紙試験場長だった前松陸郎によって確認されている。他には小路位三郎が自身が勤めていた鳥取県工業指導所製紙部発行の「軍納気球用原紙製造法」（発行年不明）を所持していた。「手漉生紙規格」「生紙製造法」の所在について，前松陸郎旧蔵資料を所蔵する愛媛県の紙のまち資料館にて2014年に当館は調査を行ったが，所在を確認する事ができなかった。「軍納気球用原紙製造法」は，いの町紙の博物館（高知県）が所蔵している。

(26) 伊藤は「（楮の）皮剥き，蒸煮，断裁，そういうところの規格まで全部私のところの研究所でつくって，その発注だけは軍の機構からいって，私のほうは研究所でございまして，需品本廠のほうから紙統制会社のほうにおねがいをした。」と述べている（前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（１）」p.24）。

(27) 東京都江戸東京博物館所蔵「101号紙球資材表」によると，甲紙球は大判（一号）1089枚，小判（二号）2469枚（計3558枚）。乙紙球は大判（三号）1664枚，小判（二号）3262枚（計4926枚）。丙紙球は大判（四号）1235枚，小判（五号）3301枚（計4536枚）。

(28) 全国手すき和紙連合会『和紙の手帖Ⅱ』（全国手すき和紙連合会，1996年）によると，1996年時で，青森・神奈川を除く全ての都道府県に和紙産地がある。なお，1937年～40年にかけて紙漉き村を訪ねた記録をまとめた前掲『紙漉村旅日記』には，神奈川県高峰村（現・愛甲郡愛川町）でも紙を漉いていたとある。また，本誌所収の椎名論文にも川崎の手漉きについて報告されているので，併せて参照されたい。

(29) 前川新一『福井県和紙工業協同組合五十年史』（福井県和紙工業協同組合，1982年10月）pp.227-228によると，1943年７月に福井県五箇地区に対して「細川紙一号」を漉くことを求められた際には，五箇地区は奉書（コウゾを原料とした厚手紙）・鳥子紙（雁皮紙）・局紙（三椏紙）の産地であるため，当地の実情にあわないと辞退した。しかし，1944年１月に細川紙５万枚の抄造の指令が日本手漉和紙工業組合連合会よりあったため，「組合員に対して命令的に抄造せしめ，万一苦情を訴える者に対しては，その後の配給は行わないことを決めた」。風船爆弾用紙の秘匿名は「生紙」が使用されており，細川紙が風船爆弾用紙を示しているのかは不明。ただし，「細川紙」の抄造が強制的であった点，楮の薄い紙であるという点から風船爆弾用和紙を示しているとほぼ断定できる。

(30) 前掲『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』p.133には指定７県以外に，福島，茨城，栃木，群馬，山梨，長野，神奈川，静岡，福井，富山，広島，島根，徳島，山口，佐賀，熊本にも順次生産命令が出されていったとある。なお，前掲『多摩の伝統技芸１』p.128には東京都の軍道紙も生産命令を受けたという証言がある。

(31) 前掲『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』pp.119-144には，鳥取県，岐阜県にも土佐楮が豊富に用意されたとある。

(32) 安達町史編集委員会『安達町史』１通史（安達町教育委員会，1976年）pp.1040-1041。
(33) 東野辺薫『和紙』（『芥川賞全集　第３巻』文芸春秋，1982）pp.202-203。初回発表は筑地書店，1946年。
(34) 前掲『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』p.123。
(35) 前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（１）～（3)」
(36) 工場は新設される他，高等女学校や大都市の劇場施設等が接収され使用された。
(37) 前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（１)」p.29では，陸軍需品本廠の井出佐重・全国手漉紙統制組合特務課長の土門勇が「コウゾの増産の運動」を各地で農林省とともに行ったことを述べている。
(38) 前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（２)」p.22で，森沢武馬は「(風船爆弾用に）必要な原料を割当てなければいけないというので，農林省とも相談し，もうすでに原料は原麻会社という会社を通じて軍の生紙用の原料配給をし」たと述べている。
(39) 前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（２)」p.22。
(40) 中島光雄氏より聞き取り，2011年２月15日。
(41) 鈴木和子氏より聞き取り，2011年10月９日。
(42) 前掲「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（２)」pp.24-25で森沢武馬と信貫英蔵は伊藤覚太郎が機械抄きにこだわっていた当時を振り返り，和紙業界の常識として楮の機械抄きは不可能なことであり，「えらいことだと思った」と述べている。
(43) 前掲「和紙と「ふ号作戦」」p.28。
(44) それ以前の1943年頃には京都の友禅染めの工場でコンニャク糊による和紙の貼り合わせのテストが行われていたようだが，完成にはいたらなかったようである（80周年史編纂委員会『ダイニック80年史』，ダイニック株式会社，2000年，p.127)。
(45) 松井かおる「風船爆弾と学徒勤労動員－風船爆弾関係文書を中心に－」（『東京都江戸東京博物館研究報告』第16号，2010年３月）p.185,p.188によると，石川県の赤座繊維株式会社では「いよいよ大量生産という時に製造中止」になったとのこと。1944年10月に日本クロス工業で機械化が確立され，軍は機械化原紙の製造範囲を拡大したものの，各社が軌道に乗り始めるころには製造中止の３月を迎えていたと想像される。
(46) 前掲松井論文によると，機械漉生紙・機械貼原紙を使用する気球製造マニュアル「103号気球仕様書」を登戸研究所では作成している。この仕様書に基づき，京都第一工場では1945年２月より機械化原紙を使用した気球の製造を始めた。同工場で製造した気球869球のうち機械化原紙気球は80球だった。
(47) 前掲「和紙と「ふ号作戦」」p.28。

〔参考文献〕（各カテゴリー内五十音順）

「昭和39年３月24日『紙及パルプ誌』主催　座談会　風船爆弾の正体（１）～（３)」（『紙及パルプ』15巻５号～７号，1964年）
安部栄四郎『紙すき五十年』（東峰出版，1963年）
愛媛県立川之江高等女学校三十三回生の会『風船爆弾を作った日々』（愛媛県立川之江高等女学校三十三回生の会，2007年）
草場季喜「風船爆弾による米本土攻撃」（日本兵器工業会編『陸戦兵器総覧』，図書出版社，1977年）
高知県立紙産業技術センター『和紙の研究－歴史・製法・用具・文化財修復－　財団法人ポーラ美術振興財団（POLA　ART　FOUNDATION）助成事業「文化財修復用紙としての土佐典具帖紙等の特性調査研究」研究報告書』（高知県立紙産業技術センター，2003年）
高田貞治「風船爆弾（Ⅰ）～（Ⅲ)」（中央公論社『自然』６巻１月号～３月号，1951年）
西健男「ふ号作戦と小田原製紙」（1964年，東京紙商組合編纂『第２次世界大戦後期　風船爆弾関連資料綴

（横書の部）』，1984年12月所収）
前松陸郎「和紙と「ふ号作戦」」（『紙及パルプ』10巻第２号，1959年）
前松陸郎「風船爆弾と紙加工技術」（『紙及パルプ』11巻第８号，1960年）
株式会社マンツネ『マンツネ120年のあゆみ』（株式会社マンツネ，1989年）
80周年史編纂委員会『ダイニック80年史』（ダイニック株式会社，2000年）
森澤武馬「風船爆弾」（『百万塔』第４号，紙の博物館，1956年）
山岡茂太郎『和紙と共に七十五年　モタやんの大正・昭和・平成』（飛鳥出版室，2007年６月）
桜井誠子『風船爆弾秘話』（光人社，2007年）
林えいだい『風船爆弾　乙女たちの青春』（あらき書店，1985年）
吉野興一『風船爆弾　純国産兵器「ふ号」の記録』（朝日新聞社，2000年）

寿岳文章，寿岳静子『紙漉村旅日記』（沖積舎，2003年11月（1944年初版の復刻版））
寿岳文章『紙』（作品社，1988年６月）
寿岳文章『和紙の旅　時と場所の道』（芸艸堂，1973年５月）
寿岳文章『和紙風土記』（筑摩書房，1987年９月）※細川紙の特徴
寿岳文章『和紙落葉抄』（湯川書房，1976年）
寿岳文章『紙障子』（靖文社，1942年）

一條三子「風船爆弾製造をめぐる地域社会戦時体制―埼玉県小川和紙生産地の戦時体制―」（『駿台史学第141号』，駿台史学会，2011年）
稲葉政満，加藤雅人「機械漉き和紙への技術革新」（特定領域研究「日本の技術革新―経験蓄積と知識基盤化―」第２階国際シンポジウム研究論文発表会論文集, 2006年12月）
小林良生「紙と戦争展によせて」（『明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報』第１号，2016年）
小林良生「陸軍登戸研究所における風船爆弾及び贋幣印刷作戦の展開～明治大学平和教育登戸研究所資料館の構内ツアー参加記～」（『百万塔』第146号，紙の博物館，2013年）
小林良生『和紙博物誌』（淡交社，1995年）
小山亮「風船爆弾と登戸研究所第一科―総力戦における科学技術の動員と生物兵器開発をめぐって―」（『駿台史学』141号，駿台史学会，2011年）
鳥取市歴史博物館『70年目の夏　昭和の戦争と鳥取　～戦艦武蔵・風船爆弾・歩兵第四十連隊・特攻～』（鳥取市歴史博物館，2015年）
藤原義一「土佐和紙の歴史一断面」（『高知短期大学学生論集』第15号，2013年３月）
松井かおる「風船爆弾と学徒勤労動員－風船爆弾関係文書を中心に－」（『東京都江戸東京博物館研究報告』第16号，2010年３月）

安達町史編集委員会『安達町史』１通史（安達町教育委員会，1976年）
小川町『小川町の歴史　通史編　下巻』（小川町，2003年）
河野剛久『私本土佐和紙物語』（河野製紙株式会社，1992年４月）
埼玉県平和資料館『戦争と埼玉の地場産業Ⅰ　小川和紙』（埼玉県平和資料館，1998年）
埼玉県立滑川高等学校郷土部『部報　比企　第７号　―小川町の和紙と戦争』（滑川高等学校郷土部，1990年）
斎藤岩雄『越前和紙のはなし』（今井町・越前和紙を愛する今立の会，1973年５月）
静岡平和資料館をつくる会『風船爆弾と静岡』（静岡平和資料館をつくる会，2007年）
清水泉『土佐紙業史』（高知県和紙協同組合連合会，1956年３月）
下島彬『多摩の伝統技芸１』（中央大学出版部，1990年）
前川新一『福井県和紙工業協同組合五十年史』（福井県和紙工業協同組合，1982年10月）
村上節太郎『伊豫の手漉和紙』（東雲書店，1986年７月）

森実善四郎『紙と伊予』（伊予三島ロータリークラブ，1964年）

紙の博物館『紙のできるまで　紙の原料・製造工程・紙製品』（財団法人紙の博物館，2006年）
紙の博物館『紙のなんでも小事典』（講談社，2007年）
全国手すき和紙連合会『和紙の手帖』※改訂版（全国手すき和紙連合会，2002年）
全国手すき和紙連合会『和紙の手帖Ⅱ』（全国手すき和紙連合会，1996年）
森本正和「和紙と洋紙の接点（その３）」（静岡県紙パルプ技術協会『紙パルプの技術』44巻第１号，1993年）

大蔵省印刷局『印刷局業務参考資料第７号　こうぞ・みつまた図編』（大蔵省印刷局，1953年８月）
鈴木茂次『収益本位農村副業大成』（養賢堂，1932年）
農林省農業改良局編『改良普及員叢書　農業技術編　工芸作物Ⅱ　藺草・棉・楮・三椏』（農林省農業改良局，1951年）
農林省農務局編『工藝農産物要覧』農事改良資料 第16號, 第65號, 第128號（農林省農務局，1937年）
福岡県立農事試験場『特有農産物調査』（福岡県立農事試験場，1909年）
吉川祐輝『工芸作物各論』第１巻（成美堂，1919年）
武内孝夫『こんにゃくの中の日本史』（講談社現代新書，2006年）

**「紙と戦争　―登戸研究所と風船爆弾―」 登戸研究所と風船爆弾　展示リスト**

| 資料名 | 所蔵先 | 資料番号 |
|---|---|---|
| 楮　原木 | 宮地亀好氏寄贈 | |
| 楮　白皮 | 宮地亀好氏作成 | |
| 「石灰煮熟試験（中間報告）」 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 「紙製造ニ要スル原価比較表」 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 典具帖紙 | 宮地亀好氏寄贈 | |
| 細川紙 | 当館蔵 | 1032-1 |
| 東野辺薫『和紙』 | 明治大学中央図書館蔵 | |
| 複製「生紙三号用簀桁　注文書」 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製「手漉紙　統制経済下の和紙流通経路図」 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製「手漉製品予示に関する件」 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製『昭和18年楮配給明細綴』 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製『[昭和19年度]楮配給明細綴』 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製『昭和20年度楮配給明細綴』 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製「楮増産協議会会議録」 | 埼玉県小川和紙工業協同組合蔵 | |
| 複製『週報』第427号 | 国立公文書館蔵 | |
| 「表彰状」 | 当館蔵 | 1036 |
| 「表彰状」 | 四国中央市教育委員会蔵 | |
| 法被（強制紙製品） | 鹿敷製紙株式会社蔵 | |
| 帯（強制紙製品） | 鹿敷製紙株式会社蔵 | |
| 手提かばん　黒（強制紙製品） | 鹿敷製紙株式会社蔵 | |
| 手提かばん　白（強制紙製品） | 鹿敷製紙株式会社蔵 | |
| 名刺入れ（強制紙製品） | 宮地亀好氏作成 | |
| 財布（強制紙製品） | 宮地亀好氏作成 | |
| カードケース（強制紙製品） | 宮地亀好氏作成 | |
| 強制紙（コンニャク糊加工） | 宮地亀好氏作成 | |
| 障子紙（コンニャク糊未加工） | 宮地亀好氏寄贈 | |

明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報
第１号　2015年度
73-100頁，2016年３月

# 第５回企画展「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」記録
# 展示第二部　偽造紙幣に利用された「紙」

椎名真帆

明治大学平和教育登戸研究所資料館特別嘱託学芸員

---

## はじめに

登戸研究所が紙を用いて兵器としたものとして，風船爆弾と双璧をなすのが中国の法幣（=法定紙幣）の偽造紙幣である。当館の第四展示室では主に中国大陸で展開された法幣の偽札を用いた「杉工作」について紹介している。ここではその展示をもとに，紙そのものをつくる工程である「抄紙」に焦点をあてる。風船爆弾には「和紙」が利用されたが，偽造紙幣には機械で抄かれた「洋紙」が用いられた。偽造紙幣用紙として使われた「洋紙」が，登戸研究所においては，なぜ本物の法幣に近い，極めて高品質なものになったのか―その鍵となる「工程」，「水」，「人脈」に注目する。また新資料『儲備券用紙綴』（偽造法幣用紙試抄紙の綴）をもとに偽造法幣用紙の開発過程に迫る。

## １. 謀略戦兵器としての偽造紙幣の効果

### ⑴　海外における戦時の偽札謀略 (1)

偽造紙幣を使用し敵国の国民生活を混乱させることを目的とした戦時謀略は外国でも行われていた。中でも，第二次世界大戦中におけるナチス・ドイツの親衛隊による，英国に対する経済謀略「ベルンハルト工作」は，精巧な英国の偽札を製造し流通させることで，英国民が自国の紙幣に対する信用を喪失し，英国の威信までをも失墜させるという目的で進められた。

このような戦時における偽造紙幣による経済謀略は，期待される効果や規模が大きいため，国家機関の関与が必須であり，偽造紙幣の開発・製造工程も極秘に行われなければならなかった。ベルンハルト工作は，強制収容所に収容されたユダヤ人の中から製紙，印刷の専門家を集め，収容所内の一部を隔離して開始された。この工作も，製紙をはじめとする偽札づくりの全製造工程を隔離された施設内で行うなど，登戸研究所内で進められた偽札製造との類似点が多く見られる。

### ⑵ 「杉工作」で期待された偽札の効果

「杉工作」においては，当時敵対していた中国の蔣介石政府に対して，①政府が発行する法幣の信用の失墜，②インフレーションが引き起こす経済混乱による中国の抗戦力の破壊，を目的としていた[(2)]。また当時，日本にとって敵国であった中国本土の占領地域では，日本軍は物資購入資金として軍票を使用していた。しかし，軍票は信用度が低く，使用できる範囲が限定されるため，戦地で使用する際には割高となった。そのかわり，現地通貨を偽造し使用すれば，軍用資材を比較的安価で購入できるという利点があった。また，日本が支援する汪兆銘政権が発行する中央儲備銀行券も信用度が低く，法幣を駆逐出来ない中で多くの物資を調達するためにも，法幣の偽造が経済謀略のひとつとして構想されたのである。

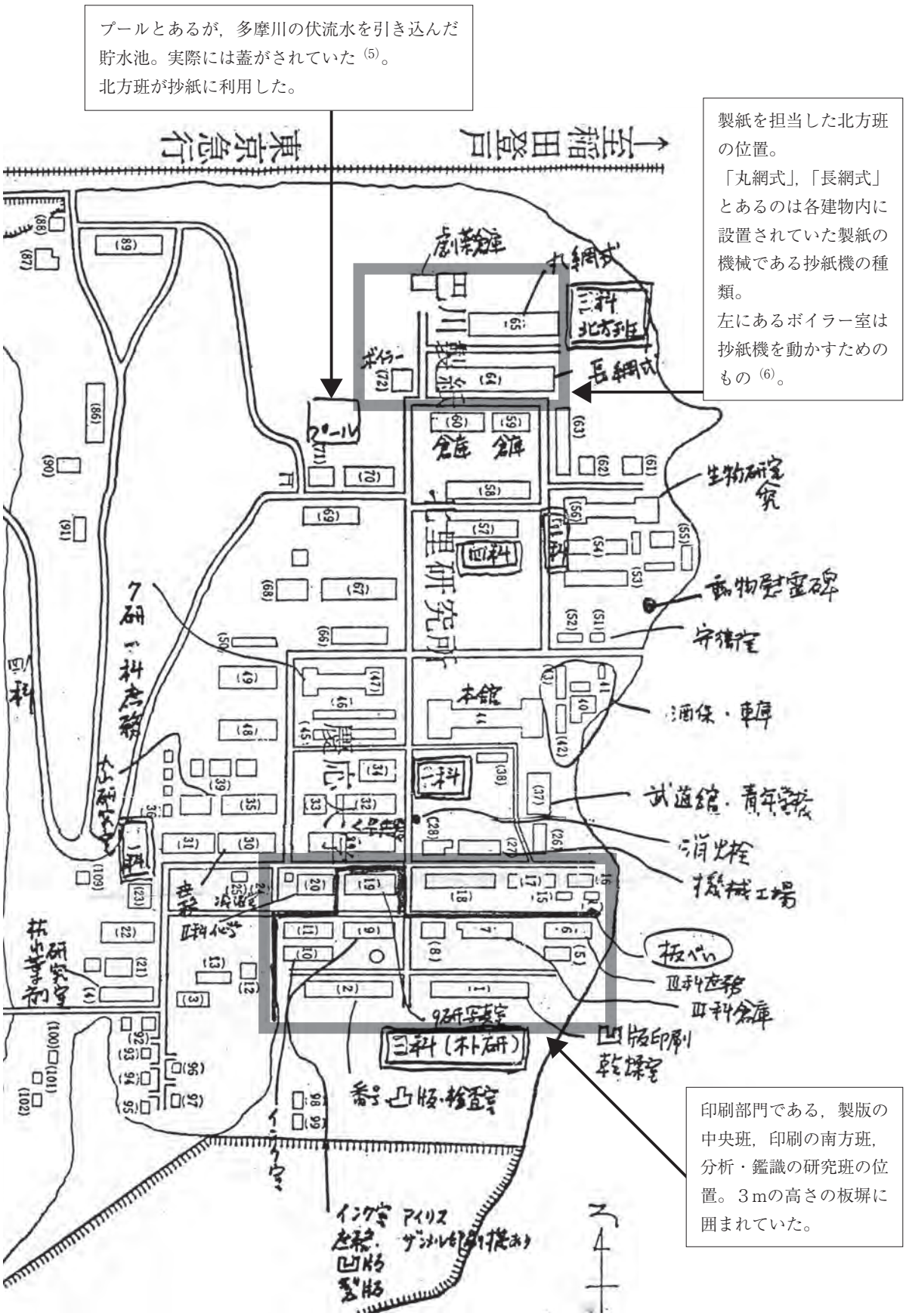
第１図
偽札謀略「杉工作」で偽造された法幣（一部）
（すべて資料館所蔵）

## ２. 偽造紙幣の紙をつくった「北方班」

### 完璧な「偽札」製造を求められた登戸研究所

経済謀略としての「杉工作」では敵国の経済を攪乱するだけの大量な偽札を流通させる必要があったため，専門家でも真贋の見分けがつかないほど精巧な「偽札」をつくることが登戸研究所には要求された[(3)]。偽札を作る工程は大きく分けて製紙と印刷に分けられる。登戸研究所はその製紙の段階から，本物の法幣と見まがうほどの完璧な偽造法幣用紙の抄造（紙を抄く工程）が求められた。

登戸研究所ではこの製紙（=抄紙）部門を「北方班」とし，登戸研究所の北側のエリアに設置し，印刷関連部門の中央班，南方班などとは離れた場所にあった。抄紙には大量の水が必要なため，多摩川の伏流水を引き込み利用した[(4)]。




第２図
登戸研究所第三科の配置
（渡辺賢二氏による元第三科勤務員 大島康弘氏からの聞き取りをもとに筆者作成）

北方班での製紙作業は，原料の選別・蒸煮・叩解と紙の材料となる「タネ（=紙料）」の製造から行われ，紙を抄くための抄紙機も複数導入された。一連の作業は分業で行われ，1940（昭和15）年の夏ごろには，小型の内閣印刷局と呼べるほどの本格的な設備が整備された[7]。

**土本こま氏（元登戸研究所第三科北方班勤務員）の証言**

【土本氏自身が行っていた作業について】
・登戸研究所第三科北方班で，紙の原料となるシャツなど，ボロ布の選別をしていた。どのような基準で分けていたかは分からない。
・選別されたボロ布が紙の原料として使われていたことは知っていた。
・女工が台の上におかれた布を拾って選別し，かごに入れていたのを見ていた。
【蒸煮の作業の様子】
・大きな釜に入れて煮ていたことは知っていた。実際に見ていないので大きさは分からない。
【北方班の工場の様子と製紙の工程について】
・大きな建物の前の小さい棟に分かれて作業をしていた。
・布やぼろ布を煮る[蒸煮]→紙の元作り[原料の調整]→1mほどの幅の紙状の物がローラーにまかれて出てくる（厚さは不明）→ローラーから出てきた物を砕く[紙料の調整]→濾過[抄紙]する
※[　]は筆者補足

### ①偽札の原料

中国の法幣にはイギリスやアメリカの製紙技術が導入されていたため，欧米で伝統的な紙の原料である苧麻（ちょま），亜麻（あま）が使用されていた。1943（昭和18）年の農水省『農林水産物生産計画概要』は，苧麻，亜麻共に「軍需」または「軍用」の需要に応じるため，急速に国内での増産が計画されたことを示している。しかし，原料の調達が不十分だったためか，土本氏の証言から，登戸研究所では原料の代用としてシャツなどのボロ布を集めて偽造法幣の原料としていたことがわかる。

### ②原料の蒸煮・叩解（こうかい）と紙料の調整

洋紙も和紙同様，原料を煮て（蒸煮），砕いて（叩解），抄く（抄造）という工程をたどる。土本氏の「大きな釜に入れて［原料を］煮ていた」というのは蒸煮の作業と考えられる。登戸研究所には，蒸煮の工程に丸型蒸煮缶（土本氏は「釜」と証言）を完備[8]していた。

蒸煮した原料や紙料をすり潰したり砕く工程を叩解という。このために登戸研究所では500ポンド（約230kg）ビーター（叩解装置）を設置，原料や紙料を叩解する部分がストーンロールのものと，ステンレス歯のものとを用途に応じ使い分けていた[9]ようである。また土本氏の証言から，叩解した原料をロール状の紙料にし，再度叩解したことが分かる。使用する機械

や部品の材質や方法の違いで繊維の毛羽立たせ方を変化させ，何種類もの紙を作り出せるため，叩解は紙の質が決定される重要な工程である。登戸研究所ではさらに紙料調整機であるジョルダンエンジンという機械も所有していた。

**第３図**
**蒸煮釜（左）とビーター（右）**
（藤原製紙所にて資料館撮影）
和紙製紙所に現存する昔ながらの大きな蒸煮釜。紙の原料を煮る。ビーターでは装置内で原料を循環させながらすりつぶし，紙のもととなる紙料をつくる。

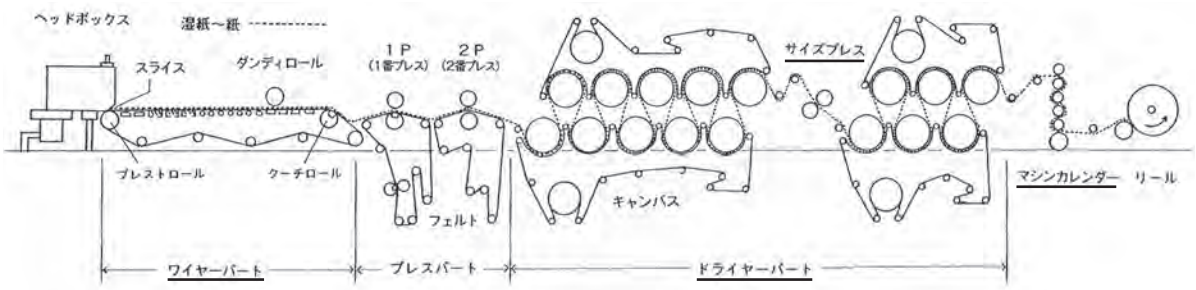
### ③登戸研究所が持っていた「抄紙機」

第三科科長山本憲蔵によれば，登戸研究所で所有していたのは次の３種類であった[10]。

・長網丸網兼用抄紙機
・50センチ〔幅〕試験用長網抄紙機
・60センチ〔幅〕ヤンキー抄紙機

#### 長網抄紙機

長網抄紙機は，長いワイヤーパート（これが「長網」の由来である）で多量の水を含んだ紙料を網で濾過する要領で抄き出す。ワイヤーパート通過の時点では，紙料は大量の水を含んでいるが，圧力をかけて絞るプレスパート，紙料を乾燥させるドライヤーパートを通過することで徐々に湿紙から紙となり，最終的にロール紙として完成する。



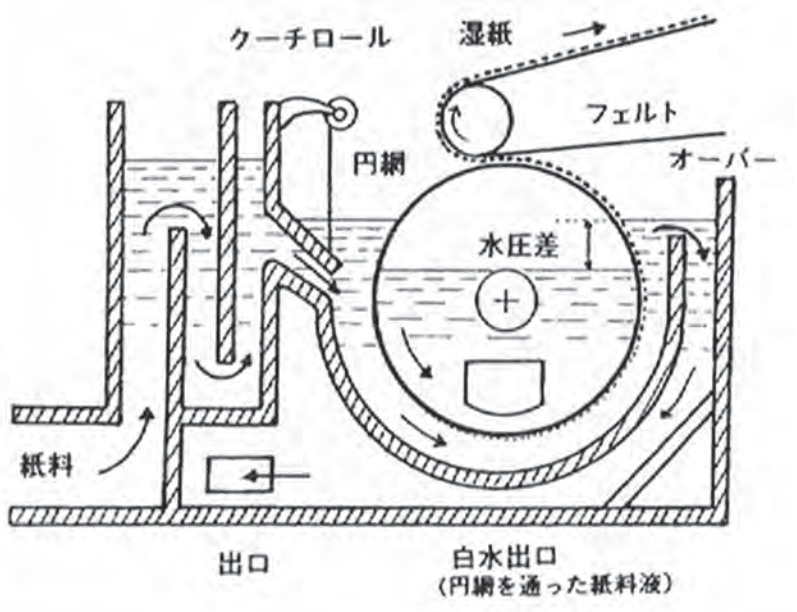

**第４図**
**長網抄紙機（多筒式）の模式図**　（紙の博物館編「わかりやすい紙の知識」p.12より引用）
登戸研究所北方班で使用していた抄紙機は，図のうちインク滲み防止処理の「サイズプレス」パートを中央班が行い，紙の表面を滑らかにする「マシンカレンダー」パートは専用の機械を所持していたため，図よりも短い装置であったことが考えられるが，相当大規模な設備であったことがうかがえる。「ドライヤーパート」もドライヤーが６本と上の図より４本分短い。抄紙速度を低く設計されていた[11]。

### 長網抄紙機と丸網抄紙機の違い

北方班では長網丸網兼用抄紙機[12]を使用していた。丸網抄紙機は一般に何層もの合わせ抄きが必要な紙や薄い紙などに適しているとされるが，低速で耐久性の高い紙を抄造できる。また，小型の設備で済み，紙幅が狭い抄紙機であれば「漉(す)かし」がずれにくいとの利点があり，麻のように長い繊維を原料とする紙に適している。

### ヤンキー抄紙機

ヤンキー抄紙機は，ヤンキーシリンダーと呼ばれる円筒状の設備が附属したものである。通常，この円筒状の部分が網状になっていて，長網抄紙機でいうところのワイヤーパートの役割を果たすものを「丸網抄紙機」という。山本によると登戸研究所のものは薄紙抄紙に活用した，とあることから，これは薄紙抄紙に適する丸網ヤンキー抄紙機のことであったと推測できる。また，50センチ試験用長網抄紙機は「設計不備のためほとんど使用されなかった[13]」ため，北方班では，所有していたもののうち，長網丸網兼用抄紙機と60センチ〔丸網〕ヤンキー抄紙機の二種類を主に使用したと考えられる[14]。

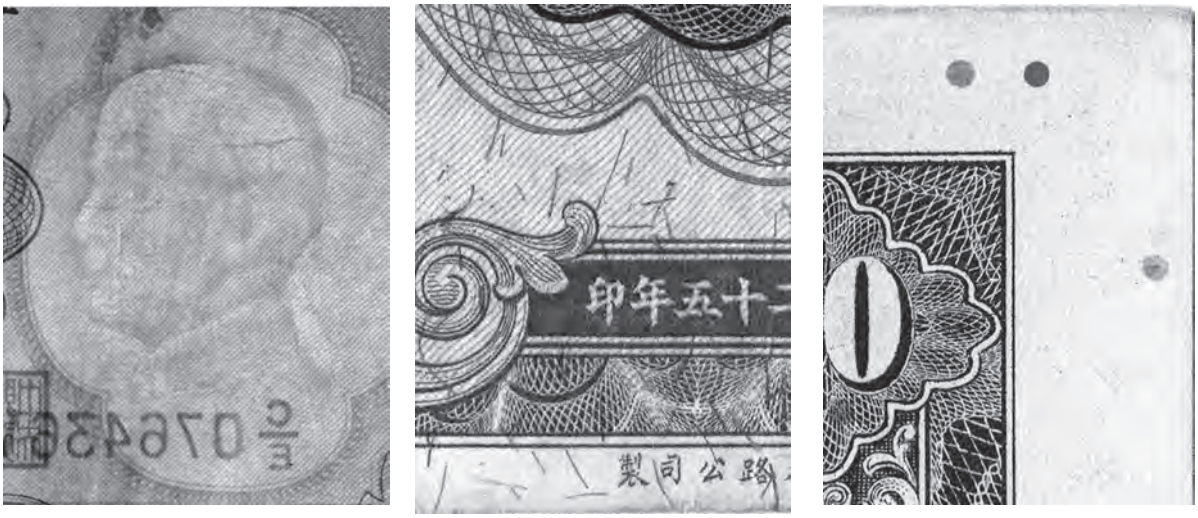



第５図
丸網ヤンキー抄紙機の模式図
（紙の博物館編「わかりやすい紙の知識」p.12より引用）

### ④「漉(す)かし」，絹糸，紙片の抄き入れ

法幣の偽造には，印刷前の抄紙の工程で用紙に「漉かし」を入たり，紙の表面に絹繊維を散らしたり，紙片などを混ぜ込むことが必要であった。これらは偽造防止のための加工であるため，登戸研究所ではその再現に苦心した[15]。また「漉かし」については，東京芸術学校（現

・東京芸術大学）から彫金の専門家を派遣させ[16]，「漉かし」の原型製作のための彫刻用具も用意していた[17]。



第６図
紙幣の偽造防止技術：左より，中国中央銀行５元券の「黒漉かし」，同，５元券の絹繊維の抄き込み，同，100元券の小型円型紙片の抄き込み（すべて資料館所蔵）
（左）「黒漉かし」は紙に厚みを加え陰影をつける技法。（中央）紙幣の中央部にのみ1mmほどの絹繊維が散らされた状態で抄き込まれている。（右）小型円型紙片は，上の図では３つの点として確認できるもので，直径はそれぞれ約1mm。

## ３．登戸研究所での抄紙を支えた水

紙を抄くには，原料を煮て，水分を多く含んだ紙料を漉すという工程で大量の水が必要である。登戸研究所は，どのようにその水源を確保していたのかを検証する。

### ⑴　多摩川と登戸の製紙業

#### ①多摩川という水源

水が生命線ともいえる製紙業が盛んな地域には必ず豊富な水源がある。登戸研究所があったこの地域も例にもれず，付近には，量が豊富で優れた水質であった多摩川が流れている。また原料となる良質な楮が自生していたため，江戸時代末期から製紙業は，主産業である農業の農閑期を支える産業として発展した[18]。

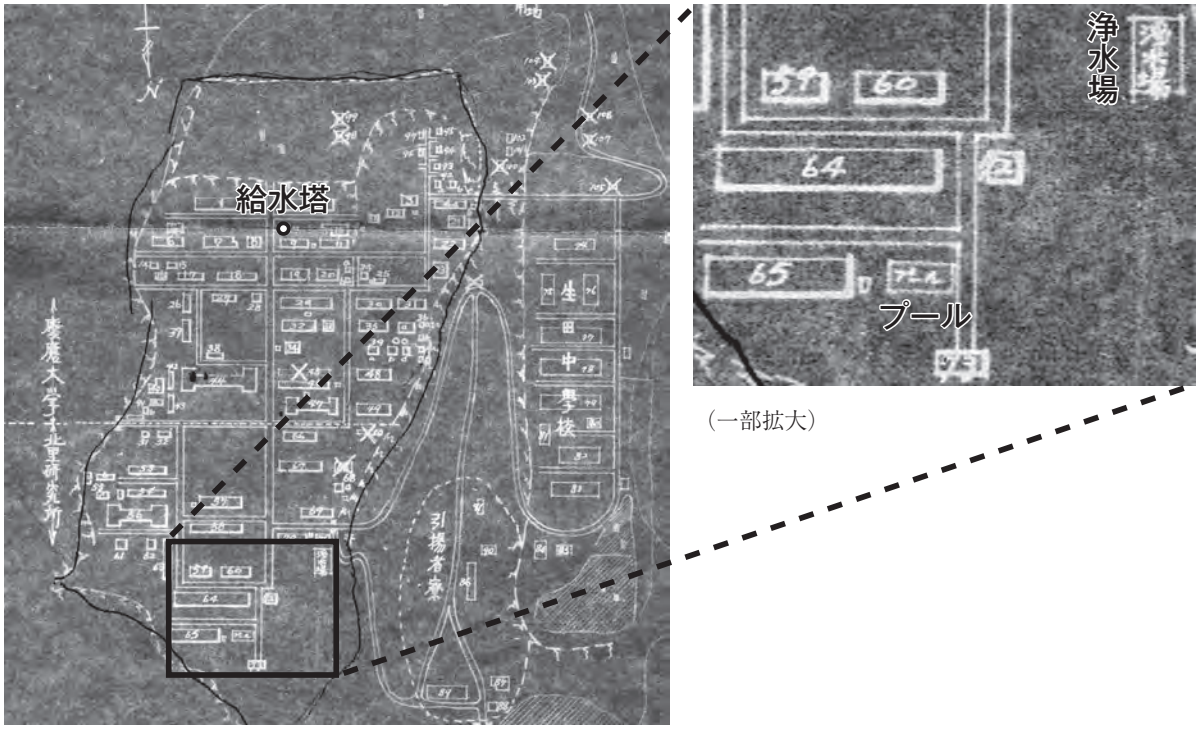
#### ②登戸の製紙業者と陸軍[19]

登戸の製紙業者と陸軍や登戸研究所との関係については様々な記録が残っている。登戸付近に製紙業者は現存しないが，例えば「玉川製紙」は戦時中に風船爆弾用気球紙の製造が可能か

どうか軍の視察を受けたり，陸軍士官学校へ特注紙を納品していた。また登戸研究所からガラス繊維入り実験用紙の試験漉きを依頼されたこともあった。1944（昭和19）年には玉川製紙は登戸研究所に収用され，「登戸研究所玉川分室」となった。終戦直後には，玉川製紙の隣接地にできた「山田製紙」は大蔵省指定工場となり，そこでは，「登戸研究所跡地に大量に残置された無地の法幣の切れ端を再生紙の原料として利用した」との証言[20]も残っている。

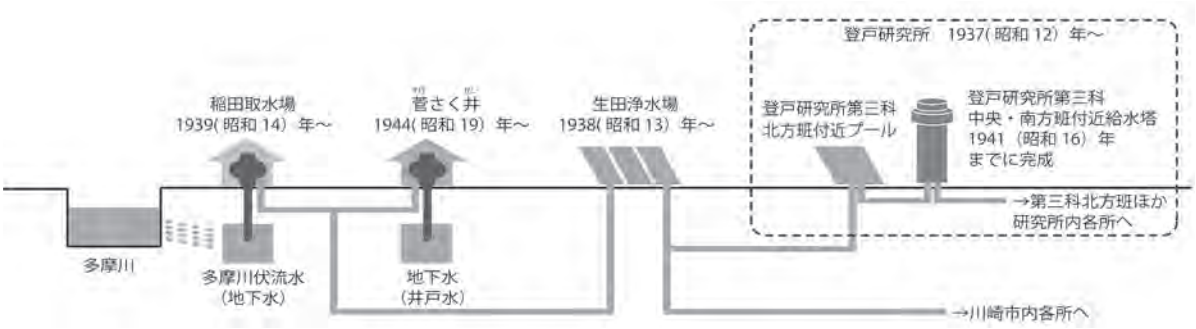
### ⑵　生田浄水場と登戸研究所の給水設備

登戸研究所には抄紙に必要な給水設備が備えられていた。1948（昭和23）年に作成された第７図の地図では「浄水場」，「プール」と「給水塔」が確認できる。「浄水場」とは，先に挙げた第２図「登戸研究所第三科の配置」においては「プール」と表示されている場所を指す。第７図が示す「プール」では，複数の元登戸研究所勤務員が「夏場にはここで泳いだ」ことを証言している（注：第２図には第７図の示すプールについては記載されていない）。

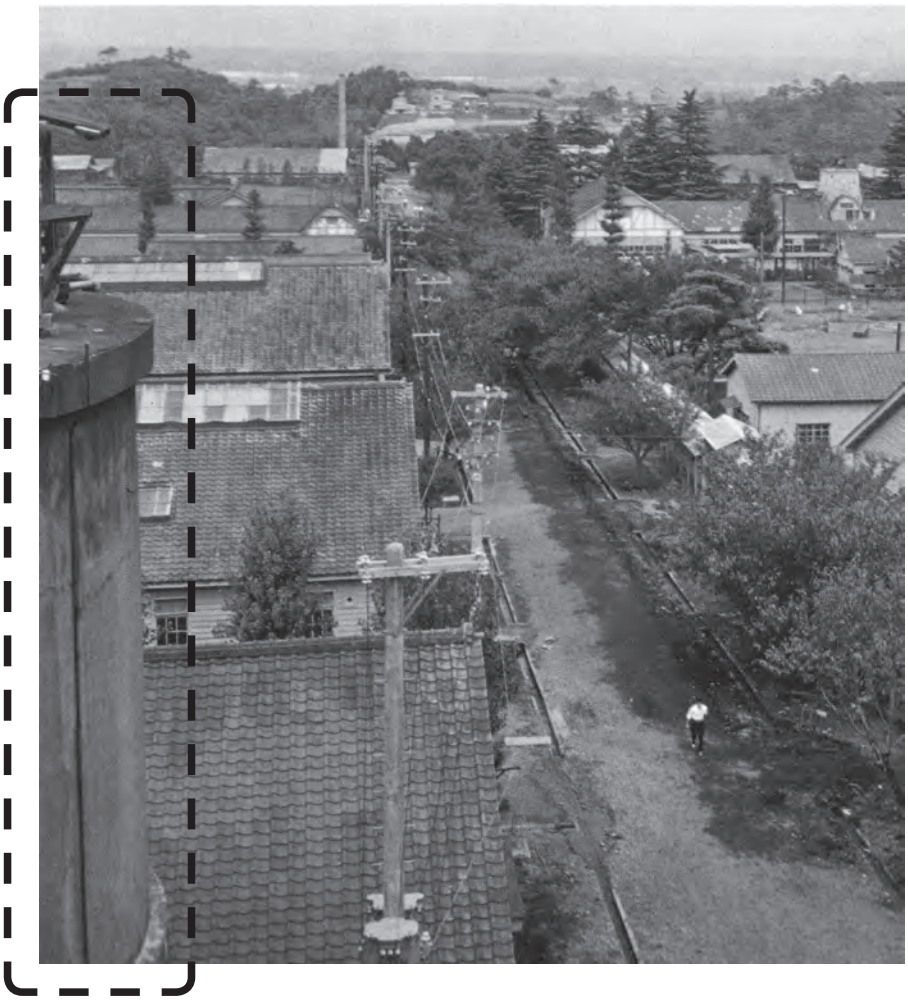



**第７図**
**昭和23年９月10日現在元第九陸軍技術研究所構内建物実測概要書（部分）**（上塚芳郎氏提供）
北方班のあった建物付近に「浄水場」と「プール」の文字が見える。

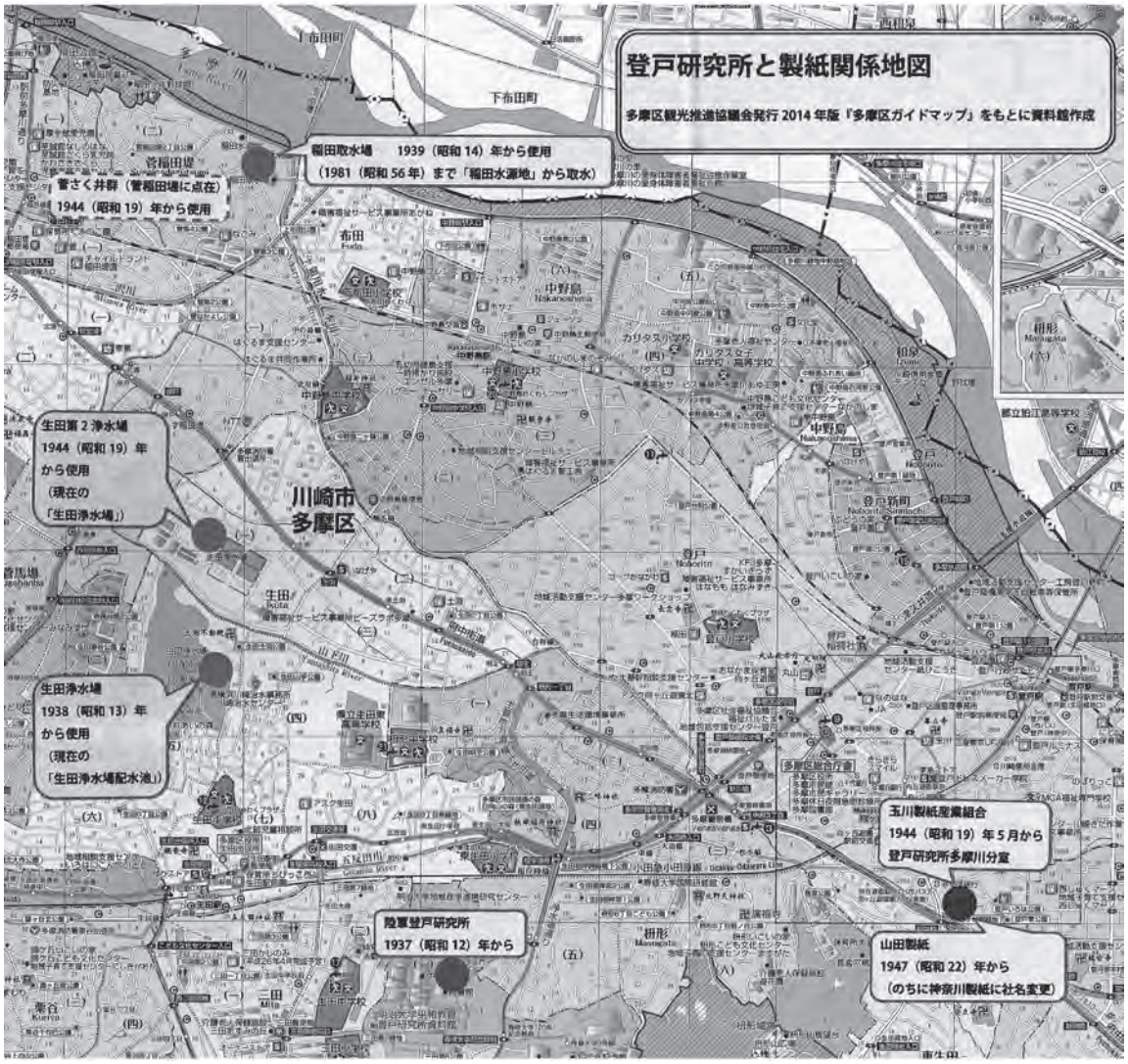
また，登戸研究所がこの地に開設された１年後，1938（昭和13）年には多摩川の伏流水を水源とする生田浄水場が通水を開始した。これは，清らかな伏流水を地下からポンプで汲み，一般や産業用に配水していた施設で，登戸研究所へも送水していたと考えられる。




第８図
多摩川から登戸研究所までの水の流れ（筆者作成）
登戸研究所の第三科南方班の給水塔の完成については現存する国土地理院蔵航空写真（1941年撮影）より推定。



第９図
1960年代撮影の生田キャンパス（吉﨑一郎氏撮影）
左側に登戸研究所が設置した給水塔が写っている。（点線の枠内）




第10図　登戸研究所と製紙関係地図 (21)

## 4.「完璧な偽造法幣用紙」の開発に関わった人物たち

登戸研究所は偽造法幣用紙開発のため，本格的な設備だけでなく，超一流の専門家を集めた。また，この工作が本格化した1939（昭和14）年には，前年に制定された国家総動員法により内閣印刷局や民間企業にも協力を仰ぐことが可能となった。ここではどのような人物が完璧な偽造法幣用紙の開発に関係したのか，北方班をめぐる人脈について解明していく。

### ⑴　登戸研究所北方班班員とその他の所員/勤務員

**登戸研究所所長・少将 篠田 鐐【陸軍士官学校26期】（後に中将）**

陸軍軍人として，東京帝国大学で初の工学博士号を取得した (22) 篠田鐐は，1927（昭和２）年に開設された陸軍科学研究所秘密戦資材研究室の時代から，敗戦により解散するま

で，登戸研究所所長を一人で務めた。戦時中に登戸研究所が偽造法幣用紙の開発を依頼した巴川製紙には，戦後，1948（昭和23）年に技術顧問として迎えられ，翌年には新設された同社の技術研究所の初代所長となった[23]。その後は巴川製紙の第四代社長となり，さらに紙パルプ技術協会理事長，繊維学会会長を歴任し[24]，特殊紙分野の権威となった。戦後は登戸研究所について一切語らなかった篠田がどの程度法幣偽造に関わったかは不明であるが，篠田の帝大派遣学生時代の同窓が1939（昭和14）年において内閣印刷局抄紙部長であった[25]ことも考慮すると，篠田は第三科を直轄し，偽造法幣用紙開発に携わったとも考えられる。

### 「杉工作」責任者，第三科科長・主計少佐 山本憲蔵（後に主計大佐）

元は経理将校であったが，参謀本部に転任し対中国の経済謀略立案に従事，その時の法幣偽造作戦案が参謀本部の岩畔豪雄（いわくろひでお）（当時大佐）に採用された。参謀本部第八課付登戸研究所第三科科長として「杉工作」責任者，また現場監督となり，法幣用紙偽造のために人脈を駆使，民間の巴川製紙の協力を取り付けた。

著書である『陸軍贋札作戦』（徳間書店，1984）は「杉工作」責任者が作戦の全容を記した回顧録であり，山本が協力を依頼した人物も多く登場する。

### 業務主管・技師 川原広眞（後に技術中佐）[26]

内閣印刷局で優秀な技師として勤務していたが，登戸研究所に引き抜かれ，山本が着任するまで法幣偽造作戦の業務主管として「杉工作」の基礎固めをした。印刷部門でもインク開発が専門で，戦後は太陽インキ製造を創業した。

### 法幣抄紙のために引き抜かれた技術者・兵技少佐※ 伊藤覚太郎[27]

伊藤覚太郎はもとは偽造法幣の用紙開発のために民間から抜擢された人物で，風船爆弾用気球紙も開発した。伊藤は万常紙店の御曹司で，東北帝大化学工学科卒業後に勤務していた王子製紙から登戸研究所に引き抜かれ，紙関係研究室の主任となり，第三科北方班班長として偽造法幣の抄紙を任された。戦後は家業を継ぎ，実業家となった。

※「兵技少佐」は後に技術少佐と改称。

### 若林兵技大尉，鈴木兵技中尉と総勢50人の北方班員

若林兵技大尉と鈴木兵技中尉らは北方班員として伊藤覚太郎を補佐した。また紙幣用紙の開発のために内閣印刷局から転属した者を含め，北方班には製紙関係の技術者が50名いた[28]。印刷部門（南方班）と併せた計250名の内閣印刷局などからの転属者のうち，約80名は

超一流の技術者であった[29]。

### ⑵　参謀本部

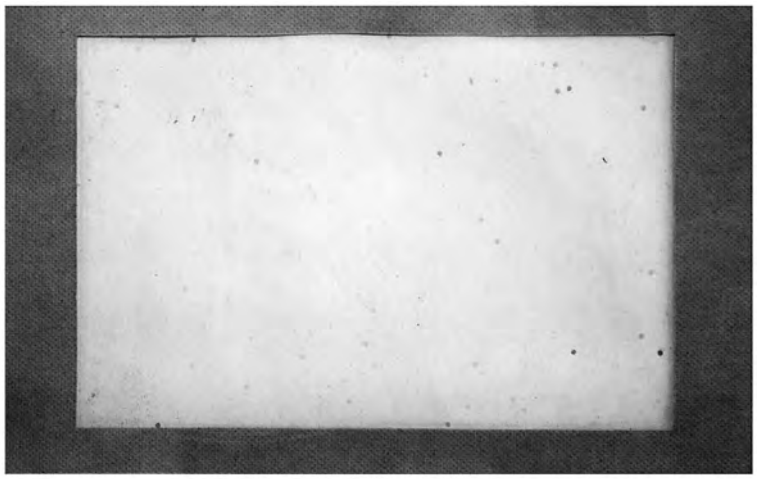
**偽札作戦の指揮者・大佐 岩畔豪雄（後に少将）**

「杉工作」発案者で作戦全体を指揮した陸軍省軍事課長。それ以前は参謀本部で謀略を立案する第二部第八課（謀略課）の課員であった。

### ⑶　特種製紙

紙幣抄紙のパイオニア・元内閣印刷局抄紙部長 佐伯勝太郎が設立した民間企業で，特殊紙※分野で最も進んだ技術を持っており，当時，数々の軍需用紙を製造していた。特種製紙が法幣用紙の抄紙に関わったという記録はほとんど残されていないが，特に登戸研究所からの依頼で開発した「機密用紙」（第11図）は現存しており，赤青黄の紙片が抄き込まれた米国製法幣（第12図）の用紙と比較すると酷似している。

※特殊紙…特殊な繊維を使用した，印刷以外の特殊な用途の紙のことを指し，紙幣用紙もこれにあたる。



**第11図**
**「機密用紙」**（特種東海製紙株式会社提供）
「青赤黄三色の薄紙を直径１ミリメートルに切り抜いて，白い湿紙上に散布して製紙としたもの」（「特種製紙五十年史」p.52）で，米国製の法幣用紙（第12図）と特徴が酷似。

**第12図**
**法幣の一種「中華民国３（1914）年発行 上海交通銀行10元券」裏面**
（資料館所蔵）
米国の紙幣印刷会社American Bank Note Company が印刷していた。青赤黄三色の紙片が抄き込まれている。

**機密用紙製造の関係者―専務・谷 清一，三島工場長・渡辺 薫，製造部長・小山幸隆（それぞれ後の第五・六・七代社長）**

伊藤覚太郎は登戸研究所での偽造法幣用紙開発の主任時代に「機密用紙」の開発をこの３人に依頼した。伊藤は工場へ何度も通い打合せを繰り返し，その結果，期待通りの「機密用紙」が完成した。特に製造部長の小山は自ら作業に従事し，その機密保持に苦しんだ[30]。

### ⑷　巴川製紙

特殊紙の中でも鑽孔紙，通信紙，電気絶縁紙の技術を持っていた巴川製紙は，当時の社長の井上源之丞と山本憲蔵が懇意にしていた関係から，偽造法幣の抄紙でも，特に英国製で亜麻が原料の「黒漉（す）かし」と絹繊維が抄き込まれた用紙の大量生産のための研究を依頼された[31]。山本憲蔵は製品検査のため，同社の静岡の工場へ週２回通っていた[32]。

**第二代社長・井上源之丞**

凸版印刷第三代社長をはじめ，当時すでに二十数社で社長や役員を兼任する，製紙業界と印刷業界における大実業家で，第三科科長 山本憲蔵が直接「杉工作」への協力を依頼した。そのため抄紙と印刷における業界最高の技術と人物が登戸研究所へ協力することとなり，「完璧な偽札」の製造が可能となったキーパーソンである。

**取締役・山田三郎太**

凸版印刷専務を兼任し，井上の右腕として活躍した人物で，山本が直接協力を依頼した。

**静岡用宗（もちむね）工場長・井上 篤（後の第三代社長）**

司法官として活躍していたが，井上家に婿入りし，「杉工作」の抄紙開発に関わった「巴川製紙[静岡]用宗工場」の工場長として巴川製紙側の現場責任者となった。第17図「〇〇紙抄紙関係者一覧」でも名前が確認できる。

### ⑸　その他の協力者

**内閣印刷局退職技術者**

偽造法幣の抄紙には，民間では使用が禁止されていた「黒漉（す）かし」のコツを体得した技術者が必要であったため，大実業家・井上源之丞の口利きで協力を依頼した。「漉かし」抄き入れの研究はそうして重ねられたが、この人物の技術は旧式の方法であったなどの理由から使いものにならなかった。山本憲蔵も「黒漉かし」で苦心したことを回顧している[33]。

## 5．巴川製紙に残っていた『儲備券※用紙綴』

巴川製紙は，山本憲蔵から「杉工作」のための大量生産に適した偽造法幣抄紙の開発を依頼された。中でも静岡の用宗工場では，当時新設された，網幅40インチ（＝101.6cm）という比較的小型で偽造法幣の抄紙に適した「６号抄紙機」[34] が登戸研究所の用紙開発専用とされた[35]。

『儲備券用紙綴』は巴川製紙で近年発見されたものである。背表紙には「儲備券用紙」との記載があるものの，その特徴から，法幣の中でも特に中央銀行５元券・10元券の偽造用紙開発のための試験抄紙と考えられる[36]。また「６号機」抄造と記された紙も含まれることから，山本憲蔵の証言と一致する[37]。さらに試抄紙を一枚ずつ精査すると偽造法幣用紙の開発過程がわかる。

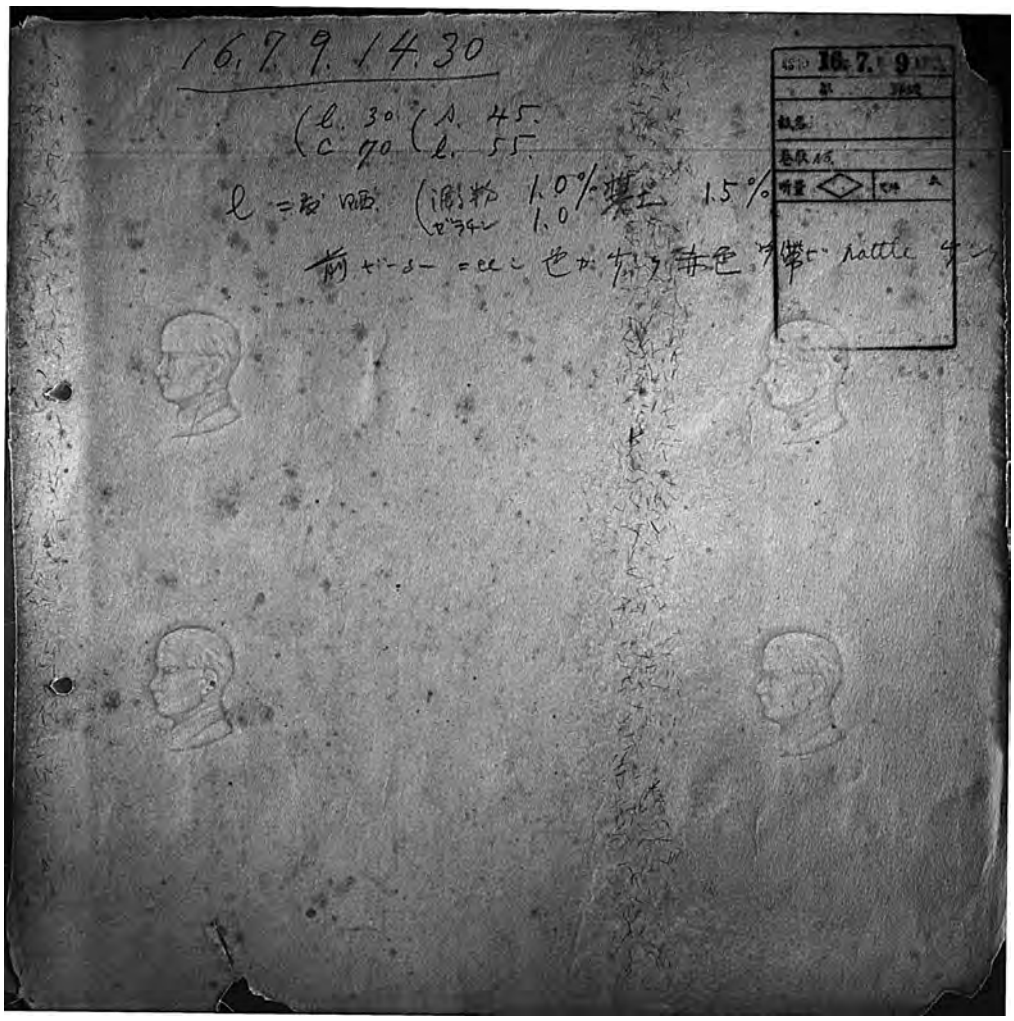
※儲備［銀行］券…日本が支援する傀儡政権である汪兆銘政権が発行した紙幣で，日本の民間企業でも製造していた。

**第13図**
**『儲備券用紙綴』背表紙**（資料館所蔵）

### ⑴　何が綴られているのか

この綴は，切れ端のみのもの１枚を含めて全279枚からなる30cm×30cm大の用紙（一部例外あり）の綴りで，巴川製紙静岡用宗工場で試抄された紙片と考えられる。判明している限りでは1940（昭和15）年８月14日から翌年７月９日の約一年間で抄造されたものである。これは「杉工作」が1939年に本格化した時期の直後に一致する。

試抄紙には紙の原料や「漉（す）かし」の修正指示など詳細なメモが書き入れられたものもあり，用紙の開発に試行錯誤した跡が見られる。



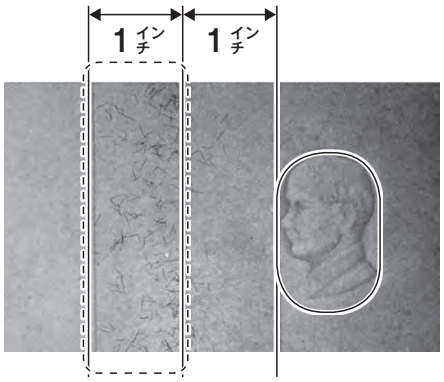

**第14図**
**1941（昭和16）年７月９日14時30分抄造「儲備券用紙」**（資料館所蔵，小池汪氏撮影）
孫文の横顔の「黒漉かし」が４面と，その左側に絹繊維の列が確認できる。メモには抄造日時と紙料・添加物の配合，叩解の程度や叩解機（ビーター）交換後の色合いの変化等が読み取れる。左列のℓはリネン，cはコットン，右列のsは短繊維，ℓは長繊維の各配合。

### ⑵　なぜ偽造法幣用紙と考えられるのか―中央銀行５元※券との比較

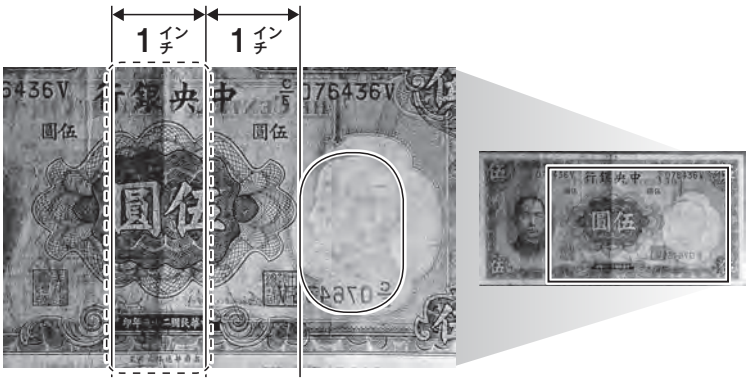
中華民国25年（1936年）発行の中央銀行５元券・10元券は，英国のWaterlow & Sons 社とThomas De La Rue 社が印刷していた，1938（昭和13）年当時の中国大陸で最も多く流通していた法幣である[38]。「杉工作」では，流通量が多い法幣を偽造し，流通させることが作戦として効果的であったが，この法幣には当時最先端の偽造防止技術である「黒漉かし」や絹繊維の抄き込みなどが採用されており，偽造は大変難しいものであった。しかし『儲備券用紙綴』を精査すると，絹繊維の散らばり具合，繊維抄き込みの幅，「漉かし」と絹繊維の間隔など複数の特徴が中央銀行５元券・10元券と一致する。中でも絹繊維の抄き込み幅と，「漉かし」と絹繊維の間隔１インチ（=2.54cm）に一定させるために研究が重ねられた跡が100枚以上の用紙に見られる。この『儲備券用紙綴』は，まさに中央銀行５元券・10元券偽造用紙の開発のため

に試抄された用紙の綴りであったと考えられる。

※５元券・10元券の「元」の表記は「円」の旧字の「圓」。




「儲備券用紙」
1941（昭和16）年２月抄造用紙の
一部拡大写真




Waterlow & Sons 社製「中華民国25年製 中央銀行５元券」
漉かしと絹繊維の抄き込箇所の拡大写真

第15図
「儲備券用紙」とWaterlow & Sons 社製「中華民国25年※製中央銀行５元券」の比較
孫文の横顔をデザインした「黒漉かし」と紙幣に抄き込まれた絹繊維（点線枠内）。絹繊維幅と「黒漉かし」の間隔は１インチ（=2.54cm）と定められていたが，繊維を均等に散らし，間隔を一定に保つことは至難の業であった。Waterlow & Sons 社は中国語表記で「華徳路公司」。社名が紙幣下部に明記されている。10元券においても，この「黒漉かし」のデザイン，絹繊維の配置，幅の特徴が同じであるため，同一の用紙で５元券と10元券の両方が製造できる。※中華民国25年=1936年

（参考）Waterlow & Sons 社製「中華民国25年製中央銀行10元券」
（資料館所蔵，筆者撮影）

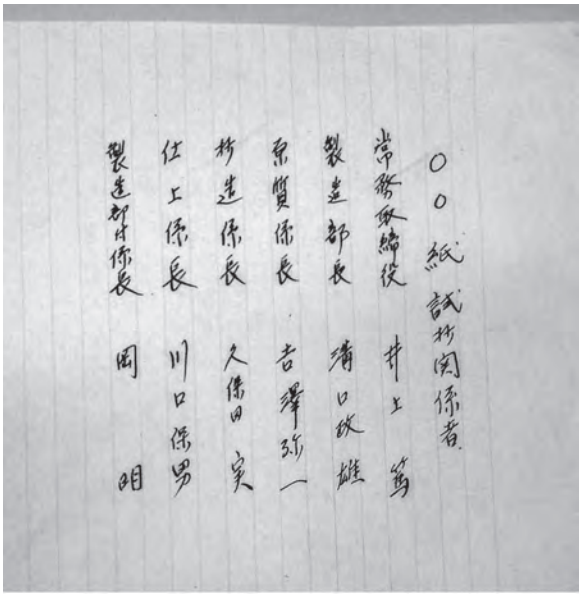
**第16図**
**印刷会社の異なる「中華民国25年製 中央銀行５元券」との比較**
中央銀行５元券・10元券はWaterlow & Sons 社とThomas De La Rue 社が印刷していた。これはThomas De La Rue社のもので，第15図のWaterlow & Sons社のものと全体的にデザインが異なるが，「黒漉かし」のデザイン・位置と抄き込まれた絹繊維（点線枠内）の幅，「漉かし」と絹繊維の間隔がほぼ一致した用紙を使用している。この用紙を抄けばどちらも偽造が可能となる。

（５.-⑴の「漉かし」入り用紙の写真，撮影者名がないものはすべて小池汪氏撮影）

### ⑶　偽造法幣用紙の開発過程

#### ①「○○紙　試抄関係者」

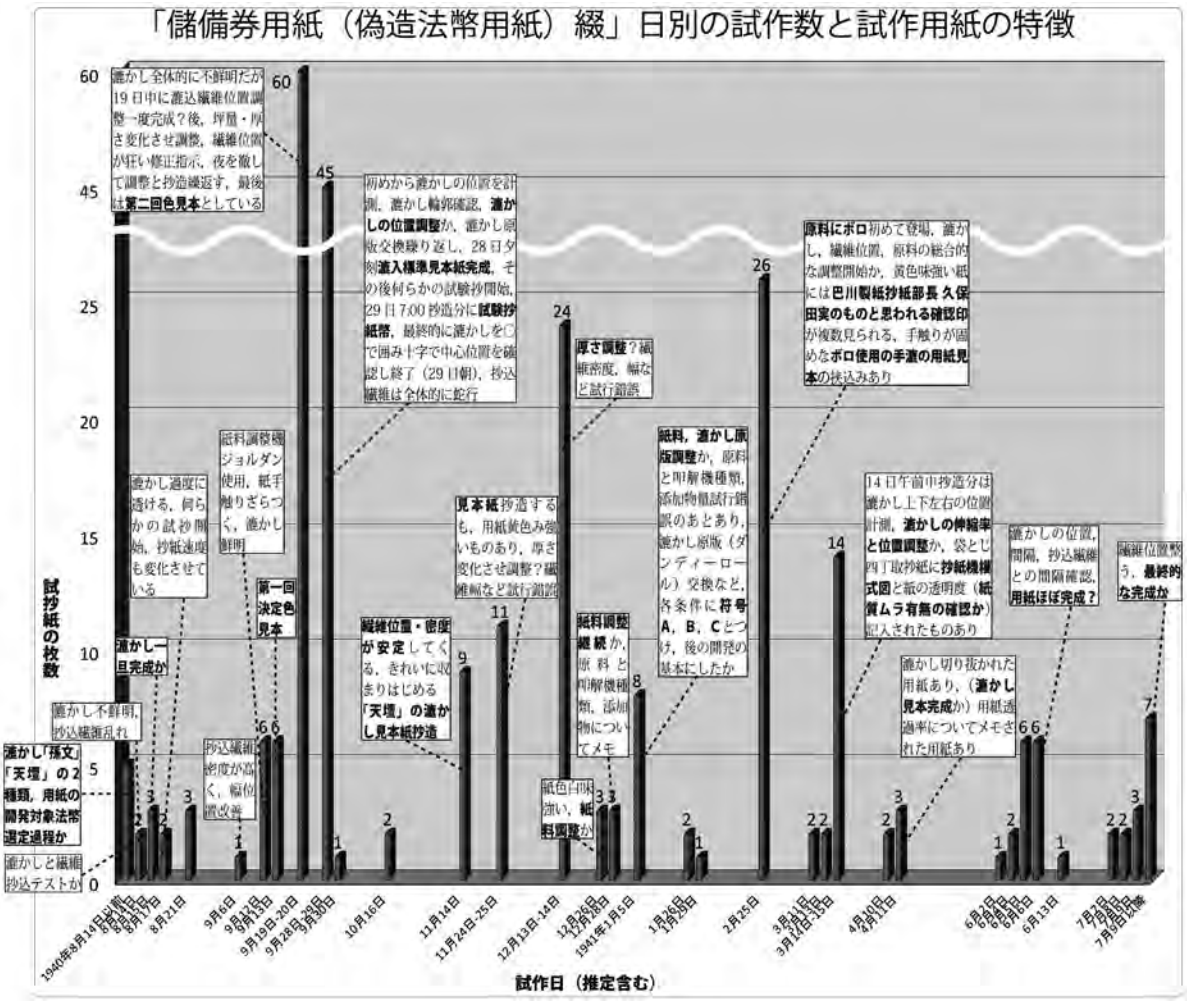
第17図は『儲備券用紙綴』に挟まれていたもので，綴と共に巴川製紙から当資料館へ寄贈を受けた。静岡用宗（もちむね）工場長であった常務取締役 井上 篤を筆頭に，６名の名前が確認できる。「○○紙」とあるのは偽造法幣用紙をあえて「儲備券用紙」と呼称する以前に用いられた秘匿名と考えられる。偽造法幣用紙の開発は秘密裏に行わなければならず，限られた人数の関係者で進められたことがわかる。




**第17図**
**「○○紙　試抄関係者」**（資料館所蔵）
『儲備券用紙綴』に挟み込まれていた手書きのメモ。６名の役職・氏名が確認できる。
（資料館撮影）

②試抄紙それぞれの特徴

第18図は全279枚の用紙それぞれがいつ抄造されたかを表したものである。抄造された日時まで記録されている用紙もあったが，日時の記載がないものは，綴の順番などから推定した。この綴が発見された時には，既に各用紙に付番がされており，当時の関係者の誰かが保管していたものと考えられる。また，各用紙の特徴から試抄の目的を割り出し，どの時期にどのような課題を研究対象としたのかを併せて推定した。

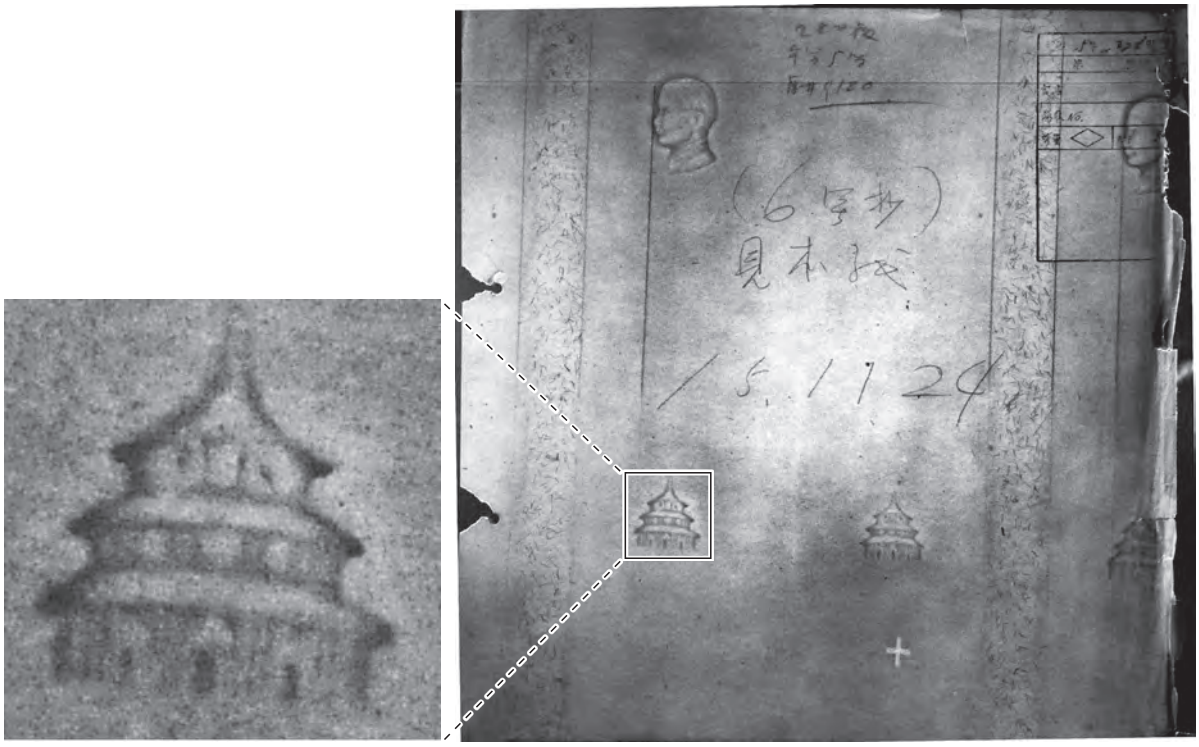



第18図（筆者作成）

③『儲備券用紙綴』から推定される開発過程

偽造対象法幣の選定

1940（昭和15）年７月９日以前抄造と推定される試抄紙と11月14日抄造の見本紙の計４枚



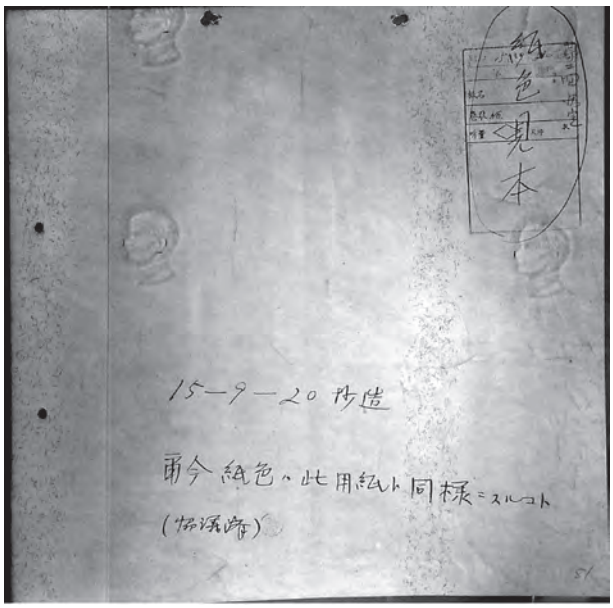
**第19図**
**1940年11月24日抄造６号［機］抄見本紙**
孫文の横顔とともに天壇の「漉かし」が確認できる。６号機で抄造したことも記された見本紙。絹繊維も整っている。

には，孫文の横顔に加え，「天壇」（北京市にある歴史的建造物で，中国銀行発行法幣の「漉（す）かし」のデザインに使用された）の「漉かし」がみられる。これは，「漉かし」の完成度を比較し，巴川では中央銀行用，中国銀行用のどちらの用紙を開発するかを決定した過程を示すものと推測される。

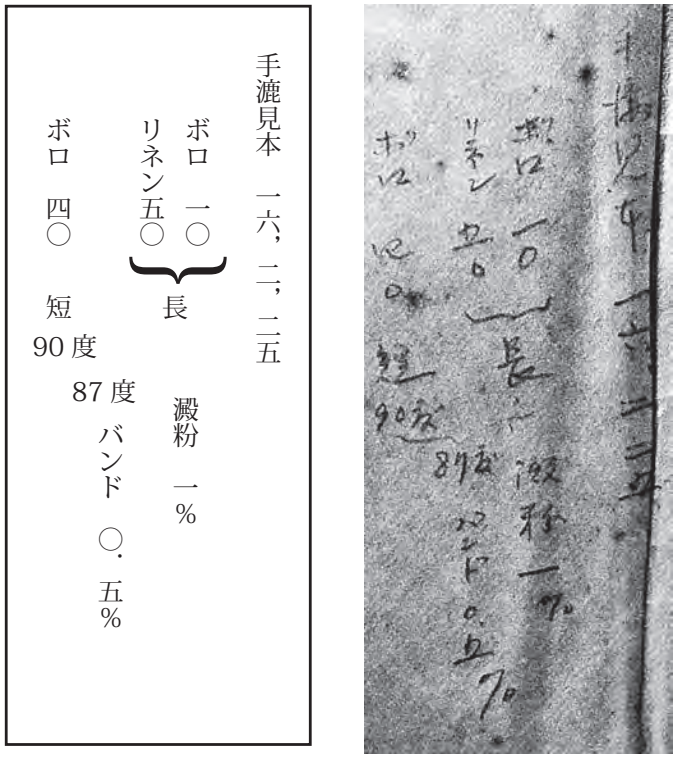
## 紙料の調整と手漉きでの研究

紙料も初期の段階で決定色見本が２回抄紙された。第１回は1940年９月13日に抄造，第２回は９月19日から20日にかけて徹夜で作業を行い，抄込んだ絹繊維位置を調整しながら期間中最高の60枚もの試抄紙を抄造した日のものである。

研究の後半には原料にボロを使用したり，手漉きで試抄したもの（「手漉見本」）も見られる。戦時下では元々使用していたコットン（綿）やリネン（麻）の調達が難しくなり，原料の再考も余儀なくされた際，手漉きの用紙の品質を確認したことがわかる。



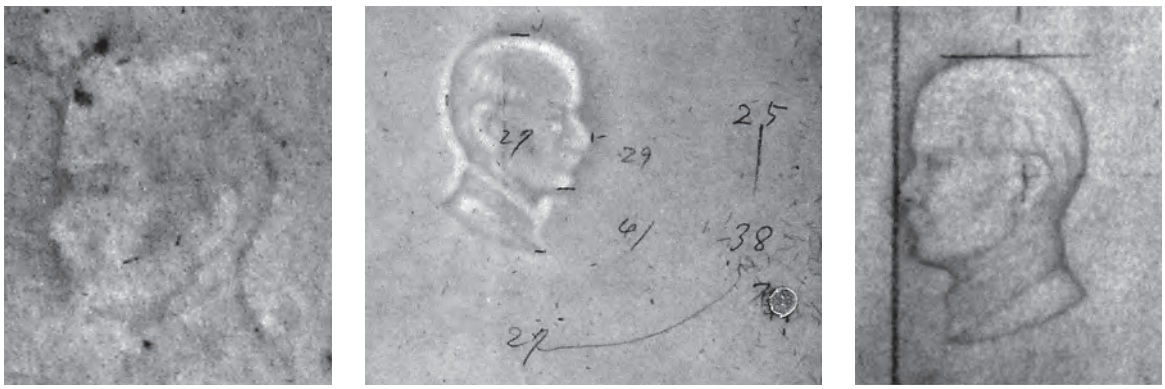

**第20図**
**1940年９月20日抄造第２回決定紙色見本**
「爾今[=以後]紙色ハ此用紙ト同様ニスルコト」とメモされている。




**第21図**
**1941年２月25日抄造「手漉見本」一部拡大写真（右）とその書き下し**
手漉見本紙に直接書き込まれたメモ。長繊維のボロを10%，同じくリネン（麻）を50%，短繊維のボロ40%を原料にしていることがわかる。手漉きでは「漉かし」と繊維の抄き込みができないため用紙は無地。手触りは機械抄きに比べて固い。

## 「黒漉（す）かし」の苦心

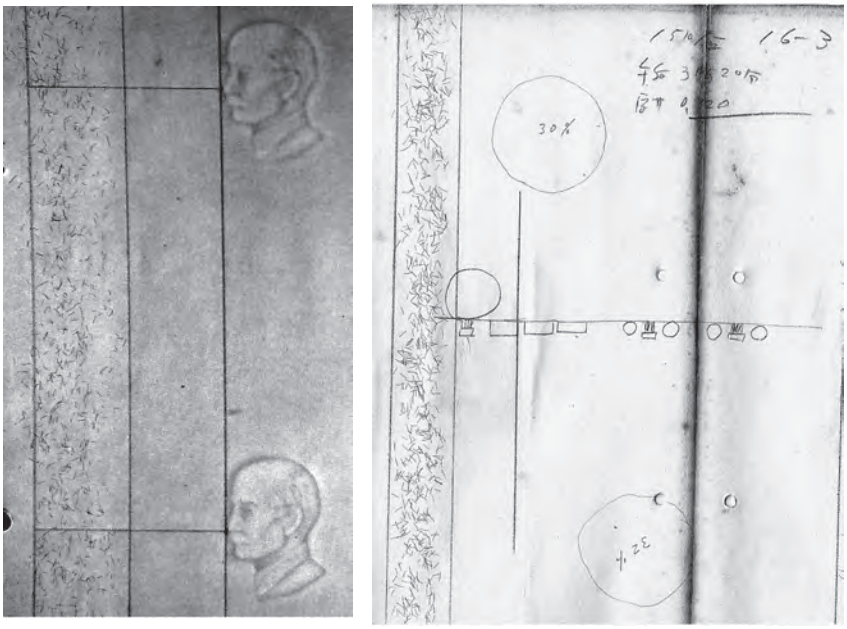
再現するのが難しい「黒漉かし」は，鮮明さだけでなく，紙の乾燥過程での伸縮具合でも印象が変化する。人物の「漉かし」が紙幣に採用されているのは，「漉かし」の微妙な変化により与える印象が変わり，真贋の見極めが容易になるためで，完璧に法幣を偽造するには「黒漉かし」の技術を完成させる必要があった。紙料や厚みの変化に伴い「漉かし」の印象も変化することから「漉かし」の原版を交換したり，研究に苦労した様子が伺える。



**第22図**
**孫文の「黒漉かし」の比較**
**［左から]1940年８月14日以前抄造，８月15日夜抄造(裏面)，1941年３月15日抄造**
「漉かし」が不鮮明なものからムラのあるものを経て安定していくのがわかる。８月15日抄造のものには裏面に細かな計測値が記録されていた。

## 最大の難関―絹繊維の抄込み

絹繊維の抄き込みは偽造法幣防止の中でも最も効果的な技術である。絹繊維を法幣の表面に均一にむらなく散らして抄き込み，また１インチの幅で，しかもはみ出すことなく「黒漉(す)かし」との間隔を保つことを要求された。この絹繊維の抄き込みは，技術者が抄紙機のワイヤーパートの機構から絹の繊維を含んだ紙料を流し込んでいたとも推測されている。『儲備券用紙綴』では本物同様に，絹繊維を自然で，且つ整った状態で抄き込めるよう繰り返し研究が行われたことが考えられる。

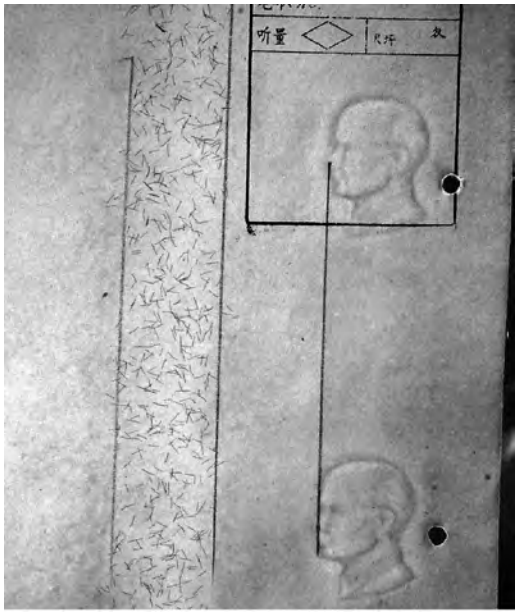


**第23図**
**1940年９月28日12時30分抄造用紙（左）と1941年３月15日15時20分抄造用紙〔筆者によるスキャン画像〕(右）の一部拡大図**
『儲備券用紙綴』のうち，112枚の試抄紙で絹繊維の幅と「漉(す)かし」との間隔が計測されている。抄造初期のもの（左）には繊維も所定の幅に収まらずうねりが見られた。スキャン画像では「漉かし」が写らないが，絹繊維が抄き込まれていることがはっきりと分かる。また右の用紙には絹繊維を抄込む機構の模式図と「漉かし」の透明度が記録されている。

### 完璧な偽造法幣用紙

1940年11月14日抄造の用紙は，「漉（す）かし」も鮮明で，繊維の幅も整っており，「漉かし」との間隔の計測値も中央銀行５元券・10元券に近く，完璧な偽造法幣用紙と呼べるものとなっている。

しかし，『儲備券用紙綴』が示すように1941年７月頃までは，用紙を量産するには技術が不足していたためか研究は継続された。




第24図
1940（昭和15）年11月14日17時抄造用紙　部分拡大図

（５.-(3)の「漉かし」入りの用紙写真はすべて小池汪氏撮影）

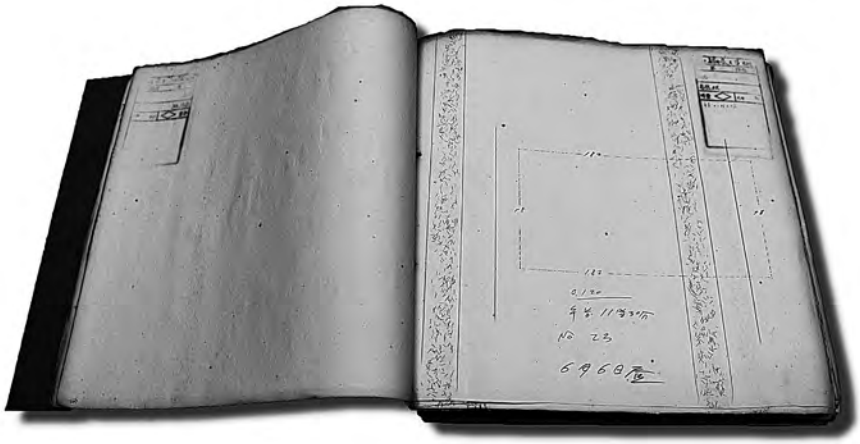
謝辞

本稿は2014年度に開催された明治大学平和教育登戸研究所資料館第５回企画展「紙と戦争　―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」のうち，「第三章　偽造紙幣に利用された「紙」」の記録を目的として，企画展での展示内容にその後の研究成果をふまえて加筆・修正したものである。企画展に係る調査，ならびに本稿執筆に際し，以下の個人，各機関には多大なご協力をいただいた。本稿部分についてお世話になった皆様をここに記し，感謝の意を表する。（敬称略・五十音順）

株式会社 巴川製紙所/株式会社 モリシカ/岸井三治/小池 汪/公益財団法人 紙の博物館/高知県立紙産業技術センター /小林良生/特種東海製紙株式会社　佐藤 広・千葉寿子/土本こま/藤原製紙所/宮地亀好

また，特に当大学講師・当資料館展示運営委員である渡辺賢二氏には，本企画展全般において企画立案，調査，資料提供ほかご助言，ご尽力をいただき，企画展の成功にただならぬ貢献をされたことに格別の感謝を申し上げる。

展示資料



『儲備券用紙綴』
（背表紙）

戦時中，陸軍が巴川製紙所へ開発依頼をした紙幣用紙試抄紙の綴り。背表紙には「儲備券用紙」とあるが，法幣用紙の試抄紙と考えられる。
当館所蔵

『儲備券用紙綴』より　「No.23 ６月６日昼抄造」用紙

「漉（す）かし」は光を透過させることで，はじめて可視化できる。この用紙（No.23 ６月６日昼抄造）には孫文横顔の「漉かし」が４面抄き込まれており，裏から光 を当てると「漉かし」が浮かび上がる。用紙に書き込まれている点線は，４ヶ所の「漉かし」の耳の中心部 を結んでおり，それぞれの間隔を計測している。写真では，用紙右側に「漉かし」が縦に２つ並んでいるのがわかる。絹繊維の抄き込みは蛇行している。

上記用紙の４ヶ所の「漉かし」のうち，右上のものを 拡大撮影。「漉かし」同士の間隔を計測する基準点である耳の中心部から，計測用点線が書きこまれている。

また，「漉かし」の左端を通過する縦線が引かれ，絹繊維との間隔を確認している。

『中央銀行５元券』

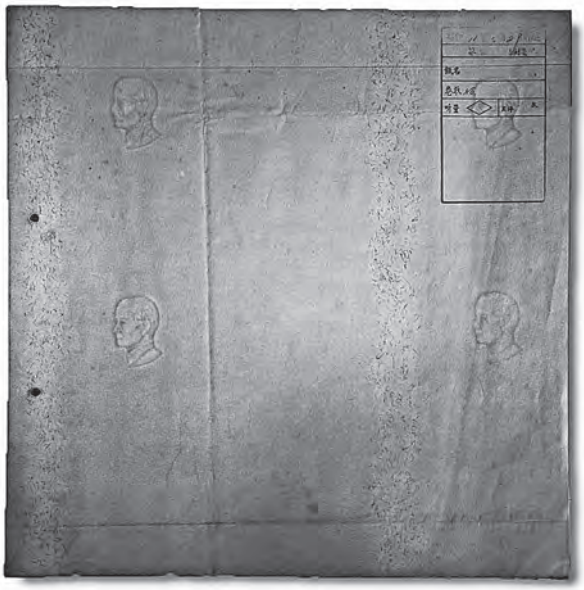
中華民国 25（1936）年製。Waterlow & Sons社製のもので，登戸研究所が偽造した法幣のひとつ。『儲備券用紙綴』に綴られた用紙は，この法幣の偽造技術開発の過程で試作されたものと考えられる。右側に孫文の横顔の「漉（す）かし」，中央に絹繊維の抄き込みが確認できる。

大島康弘氏 寄贈

体験展示　※ここでは企画展中に行った体験展示をもとに記録用に編集した。

### 『儲備券用紙』の「漉（す）かし」の比較

「儲備券用紙」と背表紙に記されたこの綴は，実は日本の傀儡政権である汪兆銘政権発行の儲備券用紙ではなく，中央銀行５元券・10元券（法幣）の用紙を大量に偽造するために研究を行った試抄紙であることが，用紙を調査することで推定できる。特に「漉かし」に関しては279枚の用紙のうち272枚に中央銀行５元券・10元券の特徴のひとつである孫文の横顔の「漉かし」が抄き込まれており，研究初期の粗悪なものから質が安定するまでの過程が確認できる。つまり，これらの「漉かし」は，中央銀行５元券・10元券の偽造紙幣を大量生産するため，安定した品質で「漉かし」が入るよう研究が重ねられたことを示している。ここでは，**研究初期の「漉かし」［1940（昭和15）年９月19日抄造］と，質が安定してきた「漉かし」［1941（昭和16）年１月29日抄造］**を比較している。



研究初期の「漉かし」（左）

1940年９月19日午後11時50分抄造。孫文横顔の「漉かし」は上部２ヶ所に見られるが，向かって左は不鮮明，右は過度に光を通すなどのムラがある。用紙下部左に「不」，右に「良」とあるのは，「漉かし」とともに偽造防止技術として取り入れられた絹繊維の抄込みの質についての書き込み。「不」の繊維は蛇行し，十分な幅が取れていないのに対し，「良」の繊維は比較的幅が取れている。

質が安定してきた「漉かし」（右）

1941年１月29日抄造。この用紙には，４面の孫文の横顔の「漉かし」が抄き込まれている。「漉かし」は鮮明かつ均質で，前頁の９月19日抄造のものと比べると，質が安定してきたことがわかる。

ともに　小池 汪 氏　撮影

〔注〕

（1）この項目に関しては特に，植村峻『贋札の世界史』（日本放送出版協会，2004年）pp.153-157に詳しい。

（2）酒井晃「登戸研究所資料館の展示構成―歴史継承の方法― (5)日中戦争における法幣偽造工作の形成と崩壊―登戸研究所第三科を中心に―」（『駿台史学』141号，駿台史学会，2011年）p.135。

（3）山本憲蔵『陸軍贋札作戦』（現代史出版会・徳間書店，1984年）p.57。

（4）元第四科勤務員であり川崎市水道局にも勤務していた宮木芳郎氏の他，複数の元登戸研究所勤務員の証言により裏づけられる。

（5）元北方班勤務員 岸井三治氏証言による。

（6）同前。

（7）山本，前掲書p.99。

（8）同前，pp.100-101。

（9）同前。

(10) 同前。

(11) 同前。

(12) 前掲，岸井氏からの後日聞取りによれば，長網と丸網の抄き合わせができる抄紙機であったようである。抄き合せができると長網，丸網両方の性質を併せ持った紙の製造が可能となる。

(13) 山本，前掲書p.100。

(14) 前掲，岸井氏によれば，1944（昭和19）年以降，長網丸網兼用抄紙機を主に使用しており，60センチ〔丸網〕ヤンキー抄紙機はほとんど使用していなかったという。

(15) 山本，前掲書pp.92-98.

(16) 渡辺賢二『陸軍登戸研究所と謀略戦』（吉川弘文館，2012年）p.142。

(17) 山本，前掲書p.101。

(18) 角田益信『川崎の紙漉』（玉川製紙，1989年）p.38。

(19) 玉川製紙，山田製紙〔旧神奈川製紙〕と登戸研究所の関わり，戦中，戦後の各社の歴史については，同前，pp.137,153-166に詳しい。

(20) 元山田製紙勤務 川村一夫氏の証言による。

(21) 作成にあたり，以下の書籍を参考にした。
川崎市水道局『事業概要』平成21年度版（川崎市水道局，2009年），
川崎市上下水道局『川崎市の水道』平成24年度版（川崎市上下水道局，2012年）p.56年表，
角田，前掲書pp.137,166。

(22) 伴繁雄『陸軍登戸研究所の真実』（芙蓉書房出版，2001年，新装版2010年）p.20。

(23) 株式会社巴川製作所社史編集委員会編『巴川製紙90年史』（巴川製紙所，2006年）p.66。

(24) 山本，前掲書p.82。

(25) 伴，前掲書p.20。

(26) 川原広眞の経歴については，太陽インキ製造社史編纂委員会編『太陽インキ製造50年の歩み[歴史編]』（太陽インキ製造，2003年）p.4に詳しい。

(27) 伊藤覚太郎と偽造法幣製造，風船爆弾気球紙の開発については，マンツネ『マンツネ120年のあゆみ』（マンツネ，1989年）pp.183-190に，また，特種製紙との関わりについては，特種製紙五十年史編纂委員会編『特種製紙五十年史』（特種製紙，1976年）pp.52,86に詳しい。

(28) 山本，前掲書p.101。

(29) 同前pp.91, 100。

(30) 前掲『特種製紙五十年史』p.52。

(31) 山本，前掲書には明記されていないものの，同書に巴川製紙に開発依頼した偽造法幣用紙について，英国製法幣の特徴である「黒漉（す）かし」の抄き込みに苦心の点が見られること，また，巴川製紙所から見つかった「儲備券用紙」（=偽造法幣の試抄紙）の多くに抄き込まれている「漉かし」と絹繊維の配置

が英国製法幣と一致していることから，英国製の特徴を持った偽造法幣用紙の開発は巴川製紙，米国製のそれ（赤青の小紙片の抄き込みの「機密用紙」とされるもの）の開発は特種製紙，と分担をさせていたものと考えられる。

（32）山本，前掲書p.111。

（33）同前pp.95-96。なお，この技術者は，同書の前後関係から，巴川製紙所静岡用宗工場の６号抄紙機に対する「漉かし」抄き入れの技術向上への協力であったと解釈できる。

（34）前掲，『巴川製紙90年史』p.41にも，「1940年４月，債券や紙幣用紙の需要増に応えるため，用宗工場に伊藤製作所製40インチ長網抄紙機（６号抄紙機）を増設した。（中略）６号抄紙機の新設は債券・紙幣用紙分野の生産力を大いに増強した。」と記されている。

（35）山本，前掲書p.90。

（36）Waterlow & Sons社製中華民国25年製の５元券・10元券は同じ紙幣用紙を使用している。大量かつ多額の偽造紙幣の流通を目的とした「杉工作」においては，「拾円[ママ]券を主とし，五円[ママ]券は従」（山本，前掲書p.88）としたことから，５元券・10元券の両方に使用される用紙の試抄紙であったと考えられる。

（37）山本，前掲書p.90。

（38）同前p.59。

**〔参考文献〕**（著者50音順）

稲葉政満「和紙から機能紙への技術革新」（平成20年度～平成21年度科学研究費補助金（特定研究）研究成果発報告，2010年）

井上篤伝編集委員会『井上篤』（巴川製紙所，1964年）

植村峻『偽札の世界史』（日本放送出版協会，2004年）

大島康弘「印刷技術の最高峰，偽札を作れ　陸軍技術研究所の思い出」（前編・後編）（『印刷雑誌』89巻-11,12号，2006年）

岡田芳政「中国紙幣偽造事件の全貌」（『中央公論　歴史と人物』110号，1980年）

角田益信『川崎の紙漉』（玉川製紙，1989年）

株式会社巴川製紙所社史編集委員会編『巴川製紙90年史』（巴川製紙所，2006年）

株式会社巴川製紙所社史編集委員会編『巴川製紙社史　第壱巻』（巴川製紙所，1957年）

紙の博物館編『紙の歴史と製紙産業のあゆみ』（紙の博物館，発行年不明）

紙の博物館編『わかりやすい紙の知識』（紙の博物館，2005年）

川崎市上下水道局『川崎市の水道』平成24年度版（川崎市上下水道局，2012年）

川崎市水道局編『事業概要』平成21年度版（川崎市水道局，2009年）

静岡平和資料館をつくる会編『風船爆弾と静岡』（静岡平和資料館をつくる会，2007年）

四宮俊之「戦後日本の紙・パルプ産業での大企業と中小企業の競争と併存に関する経営史的考察（下）」（弘前大学人文学部，2005年）

駿台史学会編『駿台史学』141号（駿台史学会，2011年）

太陽インキ製造社史編纂委員会編『太陽インキ製造50年の歩み[歴史編]』（太陽インキ製造，2003年）

東洋経済新報社編『紙・パルプの実際知識』（東洋経済新報社，1974年）

凸版印刷株式会社社史編纂委員会編『凸版印刷株式会社六拾年史』（凸版印刷，1961年）

凸版印刷株式会社社史編纂委員会編『TOPPAN1985　凸版印刷株式会社史』（凸版印刷，1985年）

凸版印刷株式会社百周年記念事業推進委員会編『凸版印刷株式会社百年史　凸版百年』（凸版印刷, 2001年）

特種製紙五十年史編纂委員会編『特種製紙五十年史』（特種製紙，1976年）

日本印刷産業連合会機関誌連載「紙のはなし」（日本印刷産業連合会，1994～1996年）

浜田徳太郎『紙・種類と歴史』（ダヴィッド社，1958年）

伴繁雄『陸軍登戸研究所の真実』（芙蓉書房出版，2001年）

マンツネ『マンツネ120年のあゆみ』（マンツネ，1989年）
ローレンス・マルキン著/徳川家広訳『ヒトラー・マネー』（講談社，2008年）
山田朗・明治大学平和教育登戸研究所資料館編『陸軍登戸研究所＜秘密戦の世界>』（明治大学出版会，2012年）
山本憲蔵『陸軍贋札作戦』（現代史出版会・徳間書店，1984年）
渡辺賢二『陸軍登戸研究所と謀略戦』（吉川弘文館，2012年）

**第５回企画展「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」記録　展示第二部　偽造紙幣に利用された「紙」展示資料一覧**

| 番号 | 資料名 | 員数 | 所蔵者など | 資料番号 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 『儲備券用紙綴』 | 1 | 資料館所蔵 | 1230 | 「No.23 ６月６日昼抄造」用紙見開き |
| 2 | 『中央銀行５元券』 | 1 | 大島康弘氏 寄贈 | 34 | 中華民国 25（1936）年　Waterlow & Sons社製<br>記号　C/E076436V |

明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報
第１号　2015年度
101-123頁，2016年３月

# 第５回企画展「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」記録
# 企画展記念講演
# 紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―

山田　朗

明治大学平和教育登戸研究所資料館館長

## はじめに

毎年，当資料館では企画展を開催していて，その企画展のテーマに関連した講演会を実施しています。今回は「紙と戦争」というテーマで企画展を2015（平成27）年３月21日まで開いていますので，そこに焦点をあてた講演を今日はさせていただきます。

かつて陸軍登戸研究所が，この生田の地（明治大学生田キャンパス）にありました。明治大学は，1950（昭和25）年にこの土地を取得して，翌年1951年から農学部のキャンパスになりました。後に1964年に当時の工学部（現・理工学部）が移転してきて，現在も理工学部と農学部のキャンパスとしてこの地が使われています。明治大学のキャンパスといえばもう一つ，2013年４月に明治大学中野キャンパスが新しくできました。これはJR中野駅北口に位置しており，ここはかつて陸軍中野学校があった場所です。明治大学はそういうところばかり選んでキャンパスを造っている，というわけではなく，まったくの偶然です。まったくの偶然ですけれども，中野学校，それから登戸研究所の跡地がともに現在では明治大学のキャンパスになっている。

この両者を結ぶキーワードは〈秘密戦〉です。〈秘密戦〉のための人づくりが中野学校，ものづくりが登戸研究所という役割分担です。中野学校と登戸研究所，まさに旧日本陸軍の〈秘密戦〉の両輪と言っていいと思います。それが現在では，色々と経緯もあって明治大学のキャンパスとなっている。もっとも，東京で戦後，大学のキャンパスを造ろうとすると，そのような広い場所というのは，元軍事施設のようなかつて戦争がらみの場所であったことが多いです。

今回の企画展では「紙と戦争」というテーマを掲げ，「紙」に焦点をあてています。当時の和紙・洋紙，もちろんこれは「紙」という点で共通していますが，あえて区別しますと，登戸研究所では，楮を原料とする手すき和紙を使って風船爆弾の開発を，それから機械製紙による洋紙を使って偽札の製造をやっていました。和紙と洋紙，その技術がどのように日本の〈秘密戦〉に動員されたのかということを明らかにしようと，今，資料館では特別展示をおこなっています。

## 1.〈秘密戦〉における登戸研究所の役割

### ⑴　生田キャンパスに残る登戸研究所の遺跡

明治大学生田キャンパスには登戸研究所時代の遺跡・遺物がいくつかあります。まず，動物慰霊碑，これは高さ3mもある非常に大きなもので，これが正門の裏手にあります。それから，登校路門からの坂をのぼったところにある神社。戦時中は登戸研究所に附属する神社で「弥心（やこころ）神社」と呼ばれていました。今は生田神社という名前になっています（明治大学の敷地内にこの神社はありますが，祭神の管理などは丸山教という宗教団体が行っています）。それから，陸軍の星のマークが入った消火栓が２つ，残っています。動物慰霊碑の裏面には，「昭和十八年三月　陸軍登戸研究所建之」と彫り込んであります。これは非常に珍しいことです。なぜなら，「登戸研究所」という名前そのものが秘匿名称で，正式名称は，陸軍科学研究所登戸実験場から始まって，第九陸軍技術研究所というのが最終的な登戸研究所の名称ですが，対外的に知らせないため，分からないようにするために，通称「登戸研究所」と呼んでいたのです。それが石に彫りこまれているので，ちょっと変えるというわけにはいかないのですが，研究所のなかにある石碑なので，たぶんこのようなことをおこなったのだと思います。当時，陸軍のなかでも，登戸研究所の存在というのは必ずしも多くの人が知っていたわけではありませんでした。

資料館そのものも遺跡です。明治大学ではずっと36号棟と呼んでいたこの建物が登戸研究所の第二科で植物を枯らす生物兵器を研究・開発していた建物そのものです。現在では，外装を塗り替えましたので新しく見えますけれども，けっこう古いもので，1941（昭和16）年の航空写真にすでにこの建物は写っていますので，もう70年以上経った建物です。中は展示室になっています。この建物は，長らく農学部の実験室だったのですけども，それを改装して2010（平成22）年３月から現在の資料館になりました。

### ⑵　〈秘密戦〉とは何か

すでに〈秘密戦〉という言葉を使ってきましたけれども，〈秘密戦〉というのは，ようするに戦争の表面に現れる武力戦に対して〈秘密戦〉というのです。水面下の戦争，裏側の戦争です。戦争には必ず〈秘密戦〉の部分が付随しますが，歴史に記録されないのが一つの特徴です。〈秘密戦〉による戦果というのは，これは勝った方も負けた方も公表しないのが普通です。どこで，どういう〈秘密戦〉がおこなわれ，どういう成果があがったのか，あるいはあがらなかったのか，ということは，公式には一切発表されないものです。たとえば，日本軍の暗号が解読されていたという情報はよく聞かれます。それは間違いではないのですが，アメリカ側が公式に発表したことではなく，だいたいそれは〈秘密戦〉関係の仕事に携わっていた人が

のちに回想したり暴露したりして明らかになったことです。また，〈秘密戦〉というのは多かれ少なかれ現在でも〈秘密戦〉の類はおこなわれていますので，過去の〈秘密戦〉であったとしても，その詳細を明らかにするということはめったにありません。これは戦争に勝った方も負けた方もそうです。勝った方といえども全部自分の手の内を明らかにしてしまうということは戦後においてもないことです。まさに裏側の戦争，あるいは水面下の戦争であるということがいえます。また，戦時に限らず，平時においても秘かにおこなわれているのが〈秘密戦〉の特徴です。戦争になり急に始まるということではなく，戦争が始まる前から〈秘密戦〉というのは準備をされ，実行に移されているのです。ですから通常の武力戦とは異なる，つまり宣戦布告があって，「はい，ここからは戦争ですよ」というはっきりとした境目がないのが〈秘密戦〉というものです。

秘密戦には防諜・諜報・謀略・宣伝という四つの要素があります。防諜というのはスパイ防止，諜報はスパイ活動そのもの，謀略は相手を混乱させる工作，宣伝は戦時プロパガンダ，つまり自分にとって都合のいいことは流すけれど，都合の悪いことは隠すというようなことです。これら四つの要素は全て結びついていまして，特に防諜と諜報，スパイ防止というものと実際のスパイ活動というものは表裏一体のものです。なぜなら，結局同じ人たちがやっているからです。戦前においては，たとえば憲兵がこの防諜と諜報の主たる担い手です。まさに，防諜活動，スパイ取締をやる人は，スパイの方法を全部知っている人たちですから，その人たちが今度は逆に情報収集活動をやるようなこともあるわけです。防諜と諜報，まさに表裏一体のものとして行われてきました。それから少し違うのが謀略です。これは相手の国を混乱させる，攪乱するというのが謀略です。あとで出てくる風船爆弾，あるいは偽札というのもまさにこの謀略，相手を混乱させる道具であるわけです。

### ⑶　陸軍登戸研究所：日本陸軍における〈秘密戦〉兵器・資材の専門開発機関

まず最初に，登戸研究所の歩みを簡単にまとめてみます。もともと登戸研究所というのは陸軍科学研究所の一部でした。陸軍科学研究所というのは1919（大正８）年に設置されたもので，1927（昭和２）年に新宿百人町にあった陸軍科学研究所のなかに「秘密戦資材研究室」，通称「篠田研究室」というものができました。篠田研究室，この室長がのちに登戸研究所の所長になる篠田鐐砲兵大尉です。陸軍士官学校26期のまさに本職の軍人であり，なおかつ東京帝国大学で工学博士号を得た，そういう理系の軍人です。この人は日本の秘密戦の資材開発の責任者を一貫して最後までつとめていた人です。終戦時には陸軍中将でした。

陸軍科学研究所の中に登戸研究所の源が生まれ，この登戸・生田の地に実験施設ができたのは1937（昭和12）年，ちょうど盧溝橋事件が発端となって日中戦争がおこったその年の11月のことです。「陸軍科学研究所登戸実験場」という名前で最初にここに施設ができます。登戸研

究所に勤めていた方のなかには，この地元で採用されたご健在の方もずいぶんいらっしゃるのですが，登戸研究所ではなく，「実験場」という呼び方をされる場合が多いようです。何の実験場なのかというと，もともとは電波兵器関係の実験場だったのです。高台にあるのは偶然ではなくて，電波を発射する（そして反射波を測定する）という点では高台に施設をつくる必要があったわけです。

ただ，日中戦争が泥沼化していきますと，1939（昭和14）年には，電波関係だけではなく登戸研究所の機能も拡大します。1939年に「陸軍科学研究所登戸出張所」という名前になり，「実験場」から「出張所」へと大した変化には見えないのですが，内容は大きく変化します。科と班が大幅に増設されるのです。電波関係，宣伝気球，これは第一科になります。そして，毒物や薬物，生物化学兵器，スパイ用品，これらが第二科です。そして偽札・偽旅券など製造の第三科ができます。実験場から出張所になったところで名前はたいして変わっていないように見えますけども，機能は非常に強化されたといえます。日中戦争が進展するにともなって，日中戦争は日本と中国の戦争であるのですけれども，その中国の背後に，中国を支援するイギリス・アメリカ・フランス・ソ連といった欧米諸国が現れ，これへの対抗が必要になってきます。ですから，日中戦争は日本と中国の戦争でありながら，もう一つの面として日本と欧米列強との水面下の対立という構造を含みこんでいるわけです。そして，それに対抗するためには，様々な〈秘密戦〉の手段が必要になってきたということです。ですから1939年の登戸研究所の機能強化（拡充）というのは，日中戦争が次第に対英米戦争に近づいていくことをあらわしています。1942（昭和17）年，アジア太平洋戦争が始まった後ですが，登戸研究所の正式名称は「第九陸軍技術研究所」になりました。

開戦後，第一科で本格的に風船爆弾研究が始まります。後でお話しますけれども，もともと第一科で宣伝用気球の研究をやっていました。これは宣伝用ビラをまくための気球です。その技術を活用して風船爆弾を作れ，ということになったのです。そして，終戦間際の1945（昭和20）年４月には，本土決戦に備えて登戸研究所は長野県伊那地方，そこだけではないのですけれども，伊那地方を中心としたところに登戸研究所は分散・疎開（移転）します。これは本土決戦に備えての措置でした。当時，長野県では松代大本営を建設する工事をやっていました。その関係もあって陸軍の関連施設は次々と長野県や群馬県に移転したのです。近年，本土決戦研究がかなり進んできまして，様々なことが分かってきたのですけれども，終戦間際に，この本土決戦のために長野県・群馬県辺りに重要施設が移転する，あるいは部隊が駐屯するということがおこなわれています。

## ２．紙製兵器①＝風船爆弾の開発

### ⑴ 「せ号兵器」から「ふ号兵器」へ

登戸研究所で開発された紙製兵器のうち，まず風船爆弾について述べます。もともと宣伝用の気球を「せ号兵器」といっていました。そして，「せ号兵器」から「ふ号兵器」へと直接的な攻撃兵器に変貌するのです。そもそも気球というのは生まれたときから軍事利用されているのです。18世紀末，ちょうどフランス革命の時期に，モンゴルフィエ兄弟（フランス人）が熱気球を開発します。これが気球の始まりですけども，すぐに水素気球も実用化されて，ただちに軍事利用が始まります。偵察，あるいは気球を使った爆撃も行われます。とりわけ観測・偵察というのが重要な役割です。たとえば大砲の弾がどこに着弾しているのかといったことを気球から観測するということです。これはずいぶん長い間おこなわれていました。日本でも西南戦争の時に，すでに政府軍によって観測気球が使われておりますし，日清・日露戦争でも観測気球が使われています。たとえば日露戦争の時の旅順攻防戦に際しては，有人気球を揚げて日本軍は旅順港のなかを観測し，砲撃を誘導していたのです。

飛行機が第一次世界大戦の時に大々的に登場することになり，攻撃兵器としての気球，あるいは飛行船は衰退します。飛行機に遭遇してしまうと気球は簡単に撃ち落とされてしまいますので，兵器としての気球はだんだん廃れてしまうのですが，日本においては日中戦争の初期まで1938年頃までは砲兵の弾着観測用として気球はまだ使われています。

第二次世界大戦期になりますと，気球の新たな使い方がでてきます。防空用の阻塞（そさい）気球です。この阻塞気球というのはアドバルーンのようにワイヤーをつけて地上から気球を係留し，飛行機が低空で侵入してくるのを阻止する局地的な防空兵器です。ワイヤーが引いてあるので，飛行機は下手に突っ込んでくると，そのワイヤーに引っかかってしまう危険があるので，飛行機は突っ込めなくなる，ということです。都市の拠点防空のために，あるいは上陸作戦の時には必ずこの阻塞気球をあげて，飛行機からの攻撃を防ぐということがおこなわれています。連合軍によるノルマンディー上陸作戦（1944年６月）の時にも，当時の写真を見ますと，多数の阻塞気球が上がっているのがわかります。

気球に爆弾を吊るして，敵地を攻撃するという発想はどのように生まれたのでしょうか。日本では，満洲事変後の1930年代の初め頃，国産科学工業研究所という民間の研究所において，もともと陸軍の軍人であった近藤至誠（しじょう）という人物が気球爆弾というものを考案しました。これは，射程100km位で，気球に爆弾を吊り下げて，「満州国」からソ連の国内にこれを撃ち込もうというものです。ソ満国境周辺には，ちょうど都合の良い風が吹いているそうです。これが風船爆弾の源流といえるものです。関東軍の対ソ攻撃用の気球爆弾，これが最初に作られた。作られたと言っても，これは正式な兵器（量産が認められた制式兵器）として採用されたわけ

ではなくて，そのようなアイデアが生まれ，実験を行ったということです。この考え方が，のちに登戸研究所に引き継がれるのですが，ここでは爆弾ではなくて，宣伝用のビラをまくという形で開発が進みます。伝単散布用の気球です。対ソ戦を想定しており，満州国内からウラジオストック方面にビラを撒くための気球を撃ち込もうとしていたということです。すでにこの時，最初からそうなのですけども，紙製（和紙）の水素気球が想定されているのです。もともと和紙をこんにゃく糊で貼り合せて気球をつくると，かなり強度があるということが分かっていました。江戸時代から和紙にこんにゃく糊を塗布して雨合羽にするという技術がありました。つまり雨の中でも大丈夫なのです。空を飛ぶ気球は当然雨にあたることがありますから，和紙を普通のでんぷん糊で貼り合せたのでは，雨が降ったら途端に気球が崩れてしまう。ところがこんにゃく糊だとそれがおきないのです。また，ガスの抜け率がゴム製よりも少なくて済むということが実験で確認されておりますので，和紙とこんにゃく糊の組み合わせというのは，他に替えられない絶妙の組み合わせなのです。ふ号兵器は，攻撃用の兵器として，後方攪乱用の気球として，当初は射程1,000km位を目標にして登戸研究所において研究・開発が始まります。

関東軍ではこれらとは別に，同じように和紙製気球を使った空挺部隊の降下演習まで行っています[(1)]。降下する兵士が，大小二つの気球に人が吊り下げられ，相手側の後方に降下する。どうして降下できるかというと，まず，この大小二つの気球を持った人が上昇します。上昇したところで二つの気球のうち一つ（小さい方）を離すと浮力が足りなくてゆっくりと降りてくるという仕組みです。しかしこれは兵器として大丈夫なのか，というとなかなか分からない。というのは，風向きによっては全然違うところに行ってしまうわけですし，離陸した後，着地点を変えようと思っても，風任せですから非常に危ない。しかし，これは実際に演習までやっているのです。さすがにこの兵器は制式化もされず，実戦にも投入されませんでしたけれども，開発はされたのです。

### ⑵　アメリカ本土攻撃兵器の開発

アメリカ本土攻撃兵器としての風船爆弾の開発について述べましょう。ミッドウェイ海戦（1942年６月）後，参謀本部によって「ふ号装置」の能力増強版を開発することが要請されます[(2)]。「決戦兵器」の考案というかたちで参謀本部が要望した中で，数年以内に実現を要望するものとして，「特殊気球ふ号装置の能力増大　太平洋横断を可能ならしむ」ということがあげられました。アイデアとして言うのは簡単ですが，作るのは簡単なことではありません。それからもう一つ，風船爆弾とセットで開発が望まれているのは「耕作地を焦土たらしむ薬品」，相手の食糧生産に打撃を与える薬品とされています。「薬品」と書いてありますけれども，現実には細菌兵器として作られていくことになります。ここだけ抜粋したので分かりにくいかも

知れませんけど，要するにアメリカ本土を直接攻撃できる戦略兵器の開発が望まれたわけで，「ふ号装置」の能力増大だけではなく，アメリカを直接攻撃する戦略爆撃機の開発などもこの中には含まれています。戦略爆撃機はある意味正攻法です。この超大型の爆撃機は，「富嶽」という名前がつけられて中島飛行機で開発が行われましたが，実用化には至りませんでした。この「ふ号装置」の能力を増大して風船爆弾にしていくという道筋がここにできました。

そして1942年12月にまず射程500kmから700kmの風船爆弾が実現します。この当時は太平洋横断というようなことではなくて，アメリカ本土近くまで潜水艦で運んでいって，そこから発射しようという構想でした。ところが1943年２月にガダルカナル島からの陸軍の撤退があり，海軍もガダルカナルへの輸送に潜水艦を使っていました。ところが，損害も多く，潜水艦が足りなくなってきて，風船爆弾を運ぶのに潜水艦は使えない，と海軍に拒否されてしまう。そのため，風船爆弾の射程を延ばすことになり，1943年４月に射程3,000km，直径6mの水素気球が開発され，さらにこれを強化していこう，ということになります。射程3,000kmでは太平洋横断に至りません。太平洋を横断させるためには射程が8,000kmはないといけない。結局，登戸研究所で1943年のうちに本格的に太平洋を横断できる直径10m気球を開発することになり，第一科が気球本体，第二科が搭載用の生物兵器を担当することになりました。

そもそも，いくら気球を大型化しても大型爆弾を積んでいくには浮力不足なのです。ですから積む兵器はどうしても軽いものでなければならないのです。１トン爆弾などを搭載しようとしても，それを吊りあげるだけの浮力がありません。この太平洋横断型の直径10m気球は約200kgの浮力があるのですけども，後でお話しますように，浮力のほとんどは投下用のバラストによって使われてしまうので，攻撃用兵器自体としては30kgくらいのものしか積めないのです。そうなると，軽いものということになると生物兵器です。ところが生物兵器も，たとえば731部隊が開発したペスト菌とか炭疽菌などはあるのですが，こういう細菌類は風船爆弾が飛ぶ上空10,000m，零下50℃という環境には耐えられない。ですから細菌兵器を積もうと考えたのですけれども，ほとんどの細菌は実際には搭載できないということが分かりました。上空の気象環境研究を綿密にやった結果，結局積めるのは牛疫ウィルスという，牛を殺傷するウィルスぐらいしかないということが分かってきます。

第二科で搭載用の生物兵器を研究開発し，第三科で和紙の量産のための研究をします。第三科はもともと偽札製造を担当していたのですけども，紙を扱っているということで気球用紙の開発もおこなうことになりました。このように一科・二科・三科，登戸研究所の総力をあげて風船爆弾の開発が進み，1943年11月には射程10,000km・直径10mの気球が完成します。これが事実上，風船爆弾の完成といえます。

そして1944（昭和19）年２月から３月にかけて試作気球の約200発を千葉県から発射します。千葉県の上総一宮・鷲（おどろき）海岸から，実際に爆弾を積んで試射球が発射されます。これは試し

打ちとはいっても，実際アメリカまで届いたら何らかの成果を挙げようと考えたのでしょう。実際に爆弾を吊っての試射になったのですが，試射ですからちゃんと飛ばないで，内陸の方に流れてしまうようなものもでてくるわけです。爆弾を吊っていますから，これは大変な事で，試射にあたった人達は必死の思いで追いかけなければならない。しかし，試射とラジオゾンデによる観測を続けるうちに，どの辺りから発射するとうまく偏西風に乗ってアメリカ方面に流れていくか，ということが分かりました。その結果，千葉県から福島県にかけての太平洋岸（千葉県一宮・茨城県大津・福島県勿来）に発射基地を作ることになります。

戦略的謀略，後方攪乱兵器として風船爆弾が開発されることになり，牛疫ウィルスの兵器化にも成功します。実際，散布実験をやって牛が死ぬことが分かりました。しかし，実際の作戦実施にあたっては爆弾・焼夷弾が使用され，生物兵器の使用はありませんでした。その理由は後でご説明いたします。

### ⑶　気球本体の開発・製造（和紙技術の動員）

気球本体の開発・製造はまさに和紙技術の総動員でした。もともと陸軍には紙の専門家がいたわけではありませんから，製紙会社の協力を得たり，民間の技術者を引き抜いて登戸研究所の所員として採用して研究をおこないました。全国の和紙，これは楮を原料とした手漉き和紙ですけども，それを総動員します。気球用和紙の大きさの規格を作り，専用紙漉き機，これは紙漉きの簀桁（すげた）も作ります。それまで和紙産地で使われていた手漉き和紙の簀桁は全国まちまちでした。それは別にまちまちでいいわけです。それぞれの和紙産地の独自性があるわけですから。大きさ，紙の厚さは色々です。ところが，風船爆弾を作るときに紙が色々だったら困るのです。可能な限り同じ質でないといけない。ということでまず紙の大きさを統一する，簀桁を統一する。専用紙漉き機を登戸研究所で規格を統一して，そして厚さ・強度も一定にしなくてはいけない。これは和紙産地にとっては大変無茶な要求です。もともと，色々な特質が和紙の産地によってあるわけです。もっと厳密に言うと，原料の楮そのものが地域によって違います。ですからいくら登戸研究所が同じもの作れと言っても，そんな簡単に作れるものではありませんし，和紙職人には自分の腕に染みついた技術があるわけですから，簡単に新しいもの作れと言ってもそれは大変な事です。しかし，戦争のための総動員ということで，それでやれ，ということになるわけです。

全国の和紙産地が大動員されます。もともと試作は埼玉県小川町の細川紙でやりました。これで試作品はつくるんです。埼玉県のほかには，美濃紙で有名な岐阜県，石川県，因州和紙の鳥取県，愛媛県，高知県と福岡県です。高知県は典具帖紙という非常に薄くて丈夫な紙を作る技術を持っています。のちに山梨県・福島県・福井県も動員されまして，これらの県で風船爆弾用の和紙の製造，そして基本的には現地に近いところで貼り合せと組み立てが行われます。

たとえば，愛媛・高知では実際に紙作りから貼り合せ，そして最終的な気球への組み立ても，この愛媛県内，高知県内で行っています。福岡の場合，福岡で作った和紙を小倉の造兵廠へ運んで，そこで最終的な組み立てをやっています。岐阜の美濃紙は名古屋に運ばれまして，やはり名古屋の造兵廠で最終的な組み立てが行われました。ただ，それは最終的な組み立てで，紙の貼り合せは女学校でやっているのです。全国で約100校の高等女学校とたくさんの女学生が動員され，ほとんど手仕事で気球紙の貼り合せ作業が行われました。ほとんど手仕事ですし，たいへん神経を使うし，また結構な重労働です。和紙を手で貼り合せていくわけですから，手が擦り切れたり，立ち仕事で本当に疲れる。現代においてこの製造工程をもう一回再現しようとしても，まず無理でしょう。やったとしても途中で関係者から苦情続出でたぶん完成に至らないのだろうと思います。当時の時代状況，まさに国家総動員です。有無を言わさずやれという強制力と「お国のため」という精神力，こういう状況がないととても出来る仕事ではありません。

規格が決まった用紙を繊維の方向を変えてまず５重に貼り重ねます。そして，設計図にしたがって縦に長くつないでいく。幅が次第に狭くなる数mの細長い部品を多数つくり，さらに相互に貼り合せて半球をつくり，半球と半球を貼り合せて球体にしていく。もともとの四角い平面の紙を丸く立体にするわけですから，地球儀を作るような要領なんですけれども，紙の無駄もたくさん出ます。様々な試算がありますけれども，一個の球体を作るまでに手漉き和紙およそ3,000枚が必要と言われています。

和紙を貼り重ね，貼り合せるのがこんにゃく糊です。こんにゃく糊は，こんにゃく芋を乾燥させて粉末にしたものを水でといたものです。こんにゃく糊は，乾くと水をはじきますので，気球が雨に濡れても大丈夫ですし，何といってもこんにゃくが紙のコーティング剤の役割を果たし，水素ガスを抜けなくします。規格通りに作られた和紙製気球における水素ガスの抜け率は，ゴム製気球よりも少なかったという実験結果もあります。和紙とこんにゃくという組み合わせは，絶妙なものであったということです。こんにゃくはけっこういろんな所で作られているのですが，和紙貼り合せ用に大量のこんにゃくが必要になったので，陸軍はこんにゃくの生産・流通を全国的に統制しました。その結果，こんにゃくは戦時中はほとんど民間には流通しておらず，戦後になってようやく民間に再流通するようになるのです。

和紙の貼り重ね，貼り合せ，そして化学処理をおこないます。和紙をただ貼り合せるだけではなくて苛性ソーダとグリセリンで処理（大型の釜の中で煮る）してゲル化させます。ゲル化というのは普通の紙ですとごわごわでダメなんです。最終的に風船爆弾は折りたたんで発射基地に送らなければいけないので，折りたたんだ時にごわごわのままだとかさばりますし，折り目が劣化して穴が開いてしまいます。ですから薬品で処理して紙全体をしっとりさせて，少し弾力をもたせるようにします。

気球本体製造の一連の作業は，ほとんど女学生の勤労奉仕による手仕事です。ですから大変な数の女学生が動員されます。四国の愛媛では和紙の原料の楮の下処理から女学生たちがずっと関わっています。他の地域では和紙生産と貼り重ね，貼り合せ，組み立てがだいたい分業になっていて，自分たちが何をやっているのか，作業の全体像がはっきり分からない。ところが高知や愛媛などでは一貫してやっていますので，女学生たちも何を作っているのか，というのが分かるわけです。最終的に大きな風船作っているということまで把握できるわけです。四国は，原料の楮が豊富であるということと，福岡・名古屋・東京などと違って防諜上，情報を漏らさないということが厳重にできる場所であったので，そういう全ての工程に女学生を関わらせることができたのだろうと思います。

気球の組み立てが完成しますと，実際に膨らませる「満球テスト」を行い，しばらく放置してガスが抜けないか検査します。貼り合せが不完全だと，ガスを充填して球皮に張力がかかると気球が裂けてしまう。そうなると，手間ひまかけて作った気球も使い物になりませんから，「ここを貼ったのは誰だ」ということになり，その人たちは，厳しい立場に追い込まれてしまうわけです。

### ⑷　高度維持装置

風船爆弾は，正式には「ふ号兵器」といいます。気球そのものを攻撃兵器化した，特異な，世界的にみてもこの時期に気球そのものを攻撃兵器として活用したというのは極めてめずらしい事例です。アメリカ本土をターゲットにした謀略兵器，アメリカ本土の攪乱を狙うはじめての，大げさな言い方をすると大陸間横断兵器であるといえます。そのような射程距離の長い兵器は当時はありませんでした。風船爆弾は，現在の大陸間弾道ミサイルと同じくらいの射程距離を持っているわけです。ただし，季節限定の兵器です。11月から翌年３月・４月くらいまでの，上空の偏西風が強い時期しか使えない，極めてめずらしい兵器。しかもピンポイント攻撃が不可能です。たとえばニューヨークを狙おうとしても，そこに落ちるかどうかは運次第，風まかせです。兵器というものは，命中精度を高めるか，破壊力を高めるか，その両方を狙うか，という指向性をもって発展してきました。しかし，風船爆弾は，そもそも命中精度は期待できないもので，生物兵器などを搭載しないかぎり破壊力もたいしたものではありません。ですから，純粋に兵器として見た場合，生物兵器搭載を断念した時点で，兵器としての本道を逸脱した費用対効果を度外視したものになってしまったといえます（もちろん，生物兵器を搭載すればよかった，ということではありません）。

風船爆弾は，気球にゴンドラを吊るし，ゴンドラ部分に爆弾を搭載し，最終的にはそれをアメリカ本土上空で投下することで戦果をあげようとしました。しかし，爆弾を吊るした無人の気球をただ飛ばしただけでは，いくら偏西風に乗ったとして自動的にアメリカに到達するわけ

ではありません。アメリカ本土まですくなくとも8,000kmを飛ぶためには，時速200kmくらいで流れる偏西風に乗っても50～60時間，二昼夜半ほどかかります。昼間は上空10,000m，気温零下50℃という環境であっても太陽光が気球にあたりますので，気球内のガス温度は上昇（ガスは膨張）しますので高度は下がりませんが，夜になり光があたらなくなると，気球内のガス温度は気球の外気温まで低下（ガスは収縮）してしまい，気球の高度は低下します。一度，高度が低下し始めると何もしなければそのまま海面まで落下してしまいます。ですから，ただ単に爆弾を吊った気球を飛ばしただけでは，初日の夜，みんな海に落下してしまいます。それを防ぐために，実際に製造された風船爆弾では，気圧計で高度の低下を感知して，積んだバラスト（砂袋）を自動的に落とすという仕組みが備えられています。気球の太平洋横断に二昼夜半かかりますので，夜になって高度が下がってきたな，というのを自動的に感知して，重りを落として自分を軽くしてまた浮き上がる。次の夜もこれを繰り返して高度を保ちながら目標（北米大陸上空）まで行く。だいたいアメリカ位まで届いたところでほぼバラストはなくなってきますので，今度はタイマーのような仕組みで爆弾が落ちる。このように，気圧計で高度低下を感知するとバラスト（砂嚢＝2.7kg×28個）を次々に自動的に投下していくシステム（高度維持装置）を組み込むことで，風船爆弾はアメリカに到達できたのですが，気球で約200kgの浮力が得られても，気球本体の重量が60～70kg，バラストだけで約90kg，その装置の重量もありますので，搭載できる爆弾の重量は上限35kgぐらいに限定されてしまいます。このバラスト投下システムがないとアメリカまで気球が届かない，しかし，バラストを積むために小型爆弾しか搭載できない，決定的な弱点があるわけです。この弱点と命中精度の悪さを克服するための唯一の方策が生物兵器の搭載であったわけです。

なお，投下用のバラストの袋も和紙でできています。気球紙の残りで砂袋も作っている。また女学生たち頑張ってノルマを達成すると表彰状が貰えるのですけれども，その表彰状も気球紙で作られている場合がありました。

### ⑸　風船爆弾の量産

気球本体の量産は1944年４月から全国の和紙産地で気球紙の生産が，同年７月から主に女学校で気球紙の貼り重ね，貼り合せが始まります。夏の時期ですね。最終的な組み立ては，満球テストで一回膨らませないといけないので，大きな，柱のない，ドーム状の建物で行われました。軍工廠・劇場・講堂などで行われます。東京では，日劇・東京宝塚劇場・国技館・浅草国際劇場・有楽座などが使われました。四国では，愛媛でも高知でも，満球テスト用の建物（満球場）をわざわざ作って最後のテストをやっています。

搭載兵器の開発は第二科でやりました。満州で牛疫ウィルスを採取して，韓国釜山の研究所で培養し，登戸研究所第二科で兵器化しました。兵器化というのは，散布しやすくする粉末化

のことです。現在のフリーズドライ技術です。低温で乾燥させて粉状にして撒きやすくするということです。1944年５月，韓国釜山の郊外の河の中州で粉末病毒（まだウィルスという言葉がなく病毒とか病毒素と呼んでいた）の野外散布実験をおこない，10頭の牛に感染し，一週間以内にすべての死亡が確認されています。ですから粉末病毒＝牛疫ウィルスの兵器化に成功したということです。1944年５月の段階で成功していますから，この秋11月から風船爆弾を飛ばす予定でしたので，それに間に合わせたということです。しかし，結局，牛疫ウィルスは搭載されず，実際には通常の爆弾・焼夷弾（15kg爆弾，12kg焼夷弾，5kg焼夷弾などを組み合わせ，総重量35kgまでにまとめる）を積んで作戦開始となりました。

## ３．紙製兵器①＝風船爆弾による作戦の実施

### ⑴　生物兵器搭載の中止

なぜ風船爆弾には生物兵器を積まなかったのか。これは，風船爆弾だけの問題ではなくて，日本軍全体の問題です。日本軍は，中国戦線で1944（昭和19）年までは化学兵器（毒ガス）や生物兵器（細菌兵器）を使っていました。使っていたのですが，連合軍側から，特にアメリカ大統領から２回警告を受けていました（1942年６月と1943年６月）。日本軍は中国で毒ガスなどを国際条約に違反して使用しているようだが（1925年に締結されたジュネーブ条約では，生物・化学兵器の先制使用が禁止されていた），連合国の一国に対する使用はアメリカ軍に対して使っているのと同じだとみなすぞ，という警告です。にもかかわらず，日本軍は，1944年６月に中国の衡陽（こうよう）の攻略戦で糜爛性ガス（イペリッドガス）を大量に使い，中国側も抗議をするということがおきます。日本軍は日中戦争において，最初は催涙ガス（みどり剤），次にくしゃみ性ガス（あか剤），さらに糜爛性ガス（きい剤）と，次第に強力なガスを段階的に使うようになっていました。特に一番使われていたのがあか剤と呼ばれるくしゃみ性ガスです。これを使いますと，塹壕に立て籠もっている相手はせきをしたり，くしゃみをしたりして，中にいられなくなってしまうのです。それから兵器の照準がつけられなくなってしまうので，日本軍はそこを攻撃するということをやっている。毒ガスを使ってしまいますと，もちろん日本軍側も防毒面（ガスマスク）をしないと自分たちもガスに冒されてしまいますので，日本兵にとっても結構苦しく大変なことです。しかし，日本軍の毒ガス使用は，次第にエスカレートしていったのです。しかし，アメリカからの警告と中国からの抗議もあって（中国がアメリカにも衡陽の件を通報していることも確実なので），アメリカ軍が太平洋戦線において日本軍に対して毒ガスを使用する可能性があると，陸軍中央は判断するようになりました。1944年７月には，「絶対国防圏の要石」とされたサイパン島が陥落するという非常に厳しい段階です。そういう時に，さらにアメリカ軍が毒ガスを使用し始めたら日本側としてはもうどうにもなりませんの

で，７月15日頃，中国での毒ガス使用を禁止する命令を大本営は出します。毒ガスと同時に細菌兵器の使用もやめたようです。この大本営命令によって生物・化学兵器の組織的使用は中止になりました。また，広島県の大久野島で大量に毒ガスを作っていましたが，製造も中止になりました。その後，大久野島の毒ガス工場では，風船爆弾の製造を始めました。

このような日本軍全体の生物・化学兵器使用中止の流れの中で風船爆弾への生物兵器の搭載も取りやめになりました。伴繁雄氏など登戸研究所関係者の回想によると，東条英機大将が参謀総長だった７月のうちに牛疫ウィルスの使用中止は決定されているようなので，風船爆弾だけの話ではなくて，日本軍全体の毒ガスとか，生物兵器はとりあえずやめておこう，という決定の中で，その一環として風船爆弾への搭載も中止になったと考えられます。ただ，大本営から中止命令が出ていることは確かですが，なぜか命令原本が現存していません。しかし，この命令を受けた支那派遣軍のほうで，そのことを総司令官・畑俊六大将が「こういう命令を受けた」と日記（『現代史資料・畑俊六日記』）に書いているのでこれは動かない事実です。

### ⑵　気球連隊の編成と作戦実施

風船爆弾作戦の実施部隊は，大本営の直轄部隊としての気球連隊を９月25日に編成しました。気球連隊は隊員約2,000名，３個大隊から成り，連隊本部と第１大隊（３個中隊）が茨城県大津に，第２大隊（２個中隊）が千葉県一宮に，第３大隊（２個中隊）が福島県勿来に置かれました。全体で７個中隊（＝14個小隊＝42個分隊），42個の発射台が設置されました。ほかに通信隊・気象隊・材料廠，試射隊（一宮），標定隊（一宮・宮城県岩沼・青森県古間木）が置かれました。

1944年２月からの放球実験の結果，気球を上空の偏西風にのせるには千葉県・茨城県・福島県の太平洋岸が発射適地と判明したため，上記の千葉県一宮・茨城県大津（連隊本部）・福島県勿来に放球基地（大隊）が設定されました。９月30日に「概ネ十月末迄ニ攻撃準備ヲ完了スヘシ」との大本営命令が発令され，実施部隊の訓練・教育に拍車がかかりました。

風船爆弾による米本土攻撃の大本営命令（大陸指第2253号）は，フィリピンでのレイテ決戦に呼応して10月25日に発令されました。この命令では，「米国内攪乱等ノ目的ヲ以テ米国本土ニ対シ特殊攻撃ヲ実施セントス」とした上で，攻撃開始は概ね11月１日，翌年３月までに15,000発を放球せよ，「今次特殊攻撃ヲ『富号試験』ト呼称ス」とされました。気球連隊は，当時の慣例として11月３日（明治節）を期して作戦を始めようとしますが，当日，大津と勿来で爆弾の落下事故（死者６名）が起き，安全策を施した後に11月７日から大規模な風船爆弾の発射が始まります。

気球連隊の本部があった茨城県の大津には，現在でもコンクリート製の直径10mほどの放球台が残っていますが，2011年の東日本大震災の影響もあり，かなり傷んできています。大津以

外では放球基地の遺跡は残存していません。

風船爆弾は，一宮・勿来の基地では1945年３月まで，大津では４月まで放球され，9,300発のうち少なくとも1,000発は北米大陸に到達したと推定されています。落下地の場所がはっきり確認できるところが361箇所あります。オレゴン州ブライで民間人が６人亡くなっております。また，各地で山林火災が発生したということが記録されていますが，風船爆弾の到達は冬季であったため，たとえ焼夷弾が破裂したとしても雪におおわれた山林での火災はそれほど多くなかったと思われます。また前述したように，日本国内でも事故で６人亡くなっています。

風船爆弾に対するアメリカ側の対応は，現物が飛来して，時には気球ごと不時着してしまうものがありますので，当然その構造を解明しまして，最終的には放球基地もバラストの砂の分析から千葉県辺りだということを突き止めてきます。実はアメリカ側も，当初の日本側と同じことを考えていまして，普通の爆弾や焼夷弾だけ積んでくるわけがない，と。おそらく毒ガスとか生物兵器を積んでくるに違いないと考えて，結構これには警戒していたようです。しかし，そのような危険性があるからといって，それを報道してしまうとパニックが起きるかもしれません。そのため，報道管制によってパニックを防止しました。アメリカにパニックを起こすことが日本側の狙いでもあったわけですから，アメリカ側はその手には乗りませんでした。ですが，民間人には一切知らせなかったことが災いして，何も知らない民間人が不時着した風船爆弾に触れて，爆弾が爆発して死亡するといった事故が起きているわけです。

## ４．紙製兵器②＝偽札の製造

### ⑴　通貨謀略構想

登戸研究所が製造した第二の紙製兵器が偽札です。なぜ偽札が「兵器」なのかといえば，参謀本部が，偽札をばらまいて中国経済を混乱させて，中国の抗戦力を減殺しようと考えたからです。中国の抗戦力を削ぐという点では，偽札も立派な兵器だということです。もともとは，1938（昭和13）年10月から参謀本部第七課（支那課）が，対中国通貨謀略を構想したのが始まりで，翌1939年に第八課（謀略課）が主務課となって重慶政権の汪兆銘（汪精衛）の担ぎ出し，新銀行設立などとともに偽造紙幣工作を計画しました。登戸研究所に偽札製造命令が下るのも1939年８月のことで，すでに日中戦争は泥沼化していました。偽造の対象となったのは，中国の蔣介石政権の紙幣です。これは「法幣」と呼ばれていました。1939年８月，登戸研究所は，陸軍科学研究所登戸実験場から登戸出張所へと改編されて，従来の電波兵器開発部門は第一科になり，毒物・薬物やスパイ機材を開発する第二科と偽札製造を担当する第三科が設置され，第三科長には対ソ謀略活動の経験者でもある山本憲蔵主計少佐が任命されました。

### ⑵　登戸研究所における偽造紙幣の製造（洋紙技術の動員）

登戸研究所において法幣の偽造が始まりますが，それは簡単なことではありませんでした。中国の紙幣の本物は，アメリカやイギリス領（香港やビルマのラングーン）の工場で製造・印刷されていて，抄紙（紙漉き・透かし）や印刷の技術は，アメリカ・イギリス本国の技術であるので，そのアメリカ・イギリスの紙幣の偽造が出来るくらいの技術がないと，中国の紙幣の偽造もできないからです。登戸研究所第三科では，最初は８名の体制で，中国銀行の五圓(元)券を試作しましたが失敗しました。抄紙機で紙を漉く際に透かし（黒透かし）も同時に入れるのですが，法幣の孫文の肖像の透かしを偽造するのは非常に難しいものでした。また，法幣には紙の中に色のついた絹糸の短いくずのようなものを，パラパラと漉きこむ技術があるのです。これも当時の日本にはない技術で，これを真似するのがなかなか難しいことでした。登戸研究所では，1940（昭和15）年には本物の紙幣印刷に使う印刷機を導入するとともに，民間企業から技術者を引き抜き，技術将校や技師（軍属）として配置し，第三科を総員250名の体制にして，大量生産を可能にしましたが，国家総動員法にもとづいて巴川製紙・特種製紙三島工場（現・特種東海製紙）・凸版印刷などの高度な技術を動員しないことには法幣偽造は進展しませんでした。巴川製紙は，1940年7月～８月の時期に，紙漉き・黒透かし（孫文の肖像）で試行錯誤を繰り返し，偽造法幣用紙の高度な試作品を作り上げることに成功しました。このように，高い技術を持った民間会社の技術を総動員して，最終的には登戸研究所の内部で製紙から製版・印刷，仕上げ，梱包まで一貫作業ができるようになります。

しかし，さらに完璧な偽造法幣ができるには，もう一つの転機がありました。アジア太平洋戦争が始まって，1941年12月に香港を日本軍が占領しますと，そこにあった本当の法幣印刷工場から，本物の法幣の原版，印刷機などが日本軍に接収されました。1942年春，香港の法幣印刷所から接収された物品が，登戸研究所に搬入されました。本物を手に入れたことで，技術的に難しい部分がここでかなりクリアできたのです。ですから1942年夏以降，法幣の大量製造が軌道に乗りました。

登戸研究所のなかに北方班・中央班・南方班，それから研究班という班が作られ，偽札の製造にあたりました。第三科は他のセクションとは別扱いで，板塀で囲われていて，登戸研究所の所員といえども他の科の者は自由に出入りできないようになっていました。いくら戦争中だと言っても偽札を作っているというのは，漏れてはならない情報ですから，そのように人の出入りを統制したのだと思います。

１ヶ月に１～２億圓（元）が印刷・出荷されるようになりました。当初は，五圓（元）券・十圓券，のち百圓券・二百圓券を製造し，総額40億圓（元）が印刷され，中国の上海に輸送されました。当時，法幣１圓（元）はほぼ日本円１円でしたので，法幣40億圓（元）はほぼ日本円でも40億円に相当しました。1945（昭和20）年の日本の国家予算が200億円という時代です

からこの40億圓（元）はたいへんな価値がありました。その分量も１枚の紙幣が五圓券，十圓券ですから，１～２億圓（元）というのは，五圓券で2,000万枚から4,000万枚，十圓券で1,000万枚から2,000万枚ということなり，梱包するとそれこそ貨車半分あるいは１両分くらいといったたいへんなかさになります。これを毎月毎月，登戸研究所から上海に向けて送っていたのです。資料館にも製造途中の六連の偽札を展示しています。印刷されたものは，その後，断裁してナンバーを打って，わざと汚して，ちょっとくしゃくしゃにして完成です。本当の紙幣を造るよりも偽札の方がさらに手間がかかるのです。登戸研究所の敷地内に板塀に囲まれて，偽札の印刷工場は何棟もありましたが，そのうちの１棟（明治大学での呼称「５号棟」）は2011年まで残っていました。

また，偽札の上海への輸送も，日本軍にも秘密で行われました。特別に中野学校を出た人たちが責任者となって輸送にあたりました。

## ５．紙製兵器②＝偽札の散布作戦

### ⑴　中国における通貨謀略機関

中国における日本軍の総司令部は，南京に置かれた支那派遣軍総司令部（1939年10月設置）で，その総司令部のもとには偽札作戦の司令部・松機関（責任者・岡田芳政参謀）がありました。しかし実際に偽札をばらまく実行部隊の中心は，阪田機関（責任者・阪田誠盛陸軍軍属）という民間機関で，そのもとに中国人が経営していると見せかけたダミー商社数社が，様々な物資を購入することで偽札を散布するということが行われました。もちろん中国人をまきこんでやっていくわけで，これらの機関やダミー商社は偽札をばらまくと同時に，中国人から物資を買うという点で，実は蔣介石政権と何らかのつながりを持つようになっていきます。ですから偽札をばらまくのと同時に，蔣介石側に対する色々な工作の機関にもなっていきます。もともと汪兆銘政権支援機関として設置された梅機関もそういった組織の一つです。物を買う時は当然情報収集が必要になってきますから，そういうことでまた蔣介石政権に対する裏面の工作がおこなわれるのです。梅機関も在華米軍情報収集，同基地の破壊，対重慶防諜・諜報などの活動をやりつつ，偽札による物資買い付けを行っていました。

### ⑵　中国における偽札浸透の４ルート（阪田機関から偽札を供給）

上海の阪田機関は，少なくとも総額25億圓（元）の偽札を使って物資を購入したとされていますが，登戸研究所から偽札は，中野学校出身の要員が責任者となって長崎経由で上海へと輸送され，阪田機関の居館であった田公館の倉庫に保管され，使い古された法幣と偽造紙幣を混合して結束し，前線や他機関・ダミー商社へと輸送されました。中国人がやっている民間商社

を装った機関が，色々な貴金属だとか，そういうものを買うことで，結果的に偽札を流通させていくということをやりました。阪田機関から偽札を供給されたのは，主に民華公司（上海）・松林堂（広東）・梅機関（南京）・萬和通商（上海）の４つの組織です。民華公司は重慶政権指定商社から砂糖・綿布などの物資を，松林堂は金塊・タングステンなどの物資を，梅機関は桐油・タングステン・アンチモニー・木材・蛍石などの物資を，萬和通商は偽造法幣の紙の原料や海軍に納入する物資を，それぞれ偽札によって購入していました。

たとえば萬和通商は，海軍用の物資の収集機関でしたが，責任者は児玉誉士夫でした。ここに偽札が供給されて，児玉誉士夫は海軍のために物資を集めて海軍に売ります。海軍はちゃんと代金を払っているわけです。陸軍（阪田機関）から偽札，海軍から本当の日本のお金という形で，萬和通商には，お金が蓄積されていきます。参謀本部が策定した「対支経済謀略実施計画」（1939年）では，「得タル代金ハ対法幣打倒資金ニ充当ス」と，たまったお金はまた偽札工作に還元することになっていましたけれど，物資購入（偽札散布）機関に代金は蓄積されていくことになります。児玉誉士夫は戦後新聞記者に，この時期に31億円くらい儲け，そのうち１億円を日本に送ったと話しています。その送った１億円は後に鳩山一郎に渡されて保守合同の時に使われたとか，戦後史の非常に重要な証言もあります[(3)]。

実は日本軍にとって偽札が最も重要な働きをしたと考えられるのは，1944年から45年にかけておこなわれた「一号作戦」（大陸打通作戦）という非常に大規模な作戦においてです。この時の資材，食糧の調達に，随分偽札が使われたのではないかと考えられています。考えてみれば，偽札をばらまいて中国経済を混乱させるというのは，それが偽札だと分からないと混乱しません。しかし，登戸研究所で製造された偽札は，きわめて精巧なもので，ほとんど偽札だとバレないのです。偽札が出回っているということは中国当局（蔣介石政権）も分かっているのですけれども，回収はできない。それでは，中国でインフレが生じるほどたくさん偽札を撒けるかというと，さすがにそれほどは撒けない。ですから，結局日本軍にとってこの偽札は何の意味があったのかというと，物資を大量に購入できたということなのです。

物資の購入の際には日本軍は普通，日本軍が発行した軍票を使ったり，あるいは日本の傀儡政権である汪兆銘政権の儲備銀行券（通称「儲備券」）という紙幣を使って物を買うんですけど，これは共に信用がない。信用がないので，蔣介石政権の法幣との間で為替レートが生じてしまいます。法幣のほうが価値が高いのです。ですから儲備券とか軍票で物を買うと法幣で買うよりも割高になってしまう。これは笑い話ですけれども，儲備券を持って買い物に行った人が，ちり紙を買ったら，支払った儲備券の束の厚さよりも渡されたちり紙の束の厚さの方が薄かったというのです。儲備券だと物を買う際にたいへんな厚さの札束で渡さなければいけない。それくらい儲備銀行券の信用がない。ですから日本軍としては，蔣介石政権の法幣の偽札で払った方がいい買い物ができる。これは日本軍にとっては非常に好都合だった。だから経済

混乱を狙って始めたことですが，必ずしもそちらはうまくいったわけではない。ただ日本軍は，必要物資の獲得という意味では便利に偽札を使ったと言えるとは思います。

### ⑶　偽札作戦の顛末

偽札が出回ることは中国側としても好ましいことではありませんでしたが，判別ができないので結局，偽札は流通してしまいます。もっとも，蔣介石政権にしてみると，香港を失ったことで，1942年秋～1943年にかけては法弊不足に陥り，むしろ紙幣不足によって重慶政権に大きな打撃を受ける。そのため，アメリカ・イギリスは法幣を印刷，空輸をして中国を支援したほどでした。

ところが戦争最末期に，1945年春頃になると本当のインフレが起きてしまいます。軍事インフレです。本当のインフレが起きて，高額紙幣，たとえば一万圓（元）券とか百万圓券とか二百万圓券などが発行されてしまい，登戸研究所で作っている五圓券とか十圓券といった低額偽札はほとんど価値がなくなってしまいます。ですからもともと経済謀略でインフレを狙おうと考えていたのですけれども，本当のインフレが起きて偽札の方が駆逐されるという実に皮肉な結果になりました。しかし，1945年の初めまでは結構，物資が買えていたので，偽札作戦は日本軍にとっては必ずしも失敗だったとは言えないでしょう。もちろん，戦争とはいえ，偽札を製造して使用するなどということは犯罪行為にほかならない。なお，偽札の製造は，日本だけでなく，ドイツも行われています。イギリスのポンド紙幣を偽造したベルンハルト工作がそれです。額面でいうとドイツの方が多いのかもしれません。しかし，物資を買うという点で得もしたが，もとはと言えば経済力の不足といいましょうか，外貨不足という点で偽札に頼らざるをえなくなってしまったということが実際だろうと思います。

## おわりに

登戸研究所に関する研究は，最近になってかなり進展してきました。

風船爆弾関係というのは最近，新たに色々な証言もでていますし，さまざまな和紙産地で活発な研究がおこなわれております。体験した方々が，当時の記憶を引き継いでいこうという運動をされておりまして，新しいことがまたわかってきています。私たちとしては様々なところで非常に地道な研究活動や証言活動が行われていて，資料館がそういうことの接点になって，多彩な情報を全国に発信していけたらと思っています。

それから偽札関係は，必ずしも物が次々に出てくるというものではありませんので，そういう点では風船爆弾とは趣を異にしますけれども，今回，偽札を作る過程のテスト抄き紙の現物がでてきたということもありまして，どういうプロセスを経て偽札が開発されていったのか，

新しい事実も出てきておりますので，これについてもさらに掘り下げていきたいと考えています。

登戸研究所資料館のやるべき仕事の中には，埋もれてしまった記憶の発掘ということがあります。〈秘密戦〉という分野は，資料が残っていない分野です。公文書はもちろん残されておりませんし，現物（物証）も非常に少ない。そういった分野であっても，資料館が出来てから，多くの貴重な資料をご寄贈いただいております。提供していただいた，貴重な資料を分析，活用しながら，〈秘密戦〉というものを現代の人々ががわかる形で再現していくことが，資料館の重要な仕事です。〈秘密戦〉というのは特殊な分野ですけれども，ある意味で戦争の本質部分を示すものです。たとえば，戦争というのは突然始まるわけではなくて，実は平和な時から準備をされている。これは〈秘密戦〉を見ればはっきりします。それから，多くの科学技術，技術者が動員されて非常に裾野の広いものである。軍が組織化してそういうことをやっているということでして，掘り下げていくと，まさに時代の特色を示すものが出てくると考えております。資料館といたしましては，今後も常設展示の充実と，毎年の企画展を考えておりまして，皆様からも色々な資料や情報をご提供いただければと思います。よろしくお願いいたします。

それでは私からの話は以上でございまして，皆様からご質問がございましたら，ぜひ出していただければと思います。ご意見でもかまいませんし，情報のご提供でも構いません。なにかございますでしょうか。

質問者１：陸軍登戸研究所の第二科が毒物・薬物・生物化学兵器，そういったものの研究をおこなっていました，ということだったと思うのですが，関東軍の731部隊との棲み分け。ようするに関東軍の方は大々的に中国戦線において使用する兵器としての研究，登戸の方は謀略という部分で使うための毒物だとか薬物の研究という考え方でいいのですか？

山田：たとえば生物兵器の開発でいいますと，731部隊でやっていたのはペスト菌だとか炭疽菌のように，大規模に野戦で使うための生物兵器です。登戸研究所で開発していた生物兵器というのは，たとえば植物を枯らすとか，家畜を殺傷するとか，直接戦場で敵を殺傷するのではなく，相手の国を混乱させるという役割をもったものなのです。ですから謀略面ということに重点を置いた生物兵器です。毒物でも同じことが言えると思います。たとえば毒ガスのように野戦で大規模に使うのではなくて，スパイが忍び込んだところで，そこにいる人を殺害する。そのようなまさに諜報あるいは謀略目的のための毒物・毒薬という使い分けというか，棲み分けがおこなわれていたと考えられます。

質問者２：風船爆弾は（爆弾等の）搭載重量が35kgまでだと，効果的にはかなり影響されると思うんですが，当時の日本の状況で9,000発だとか10,000発以上発射した必要性を，当時の指導者たちはどういうふうに考えていたのか？それとアメリカでどれだけの効果があったかのかということを，どういうふうに評価していたのか？

山田：今ご指摘の点は風船爆弾をどう評価するのか，どういう兵器として見るのかということですけども，おっしゃるように35kg位の兵器の搭載量では爆弾や焼夷弾を積んだとしてもその破壊力は極めて少ない。しかもピンポイント攻撃ができない兵器ですから，結果的には１万発くらい作って9,300発くらい飛ばしているですけれども，その程度の着弾密度ではなかなか目立った効果は得られない。これは参謀本部とのやり取りの中で10万発くらい作れないのか，という話も出てくるんですが，日本の和紙生産能力から言ってそれは不可能です。和紙生産能力から逆算したところが15,000発という，大本営命令の中に出てくる数くらいですね，実際にはそれすらも達成できない。結局この風船爆弾作戦は究極には楮の生産量，こんにゃくの生産量，それを貼り合わせる労働力に規定されてしまいますので，アイデアとしては一定のものがあるが，兵器として効果的，目に見えて相手に被害を与えるためにはもっと着弾密度を濃くしなくてはいけない。そこが結局は実現できなかったということなんだろうと思います。ただ，着弾密度が変えられないとすれば，命中精度も，破壊力も上げられない兵器は採用してはいけない失敗作だったと言ってよいでしょう。

質問者３：風船爆弾のバラストの砂を分析されて，放球地がつきとめられたということだが，当時アメリカに照合ができるような具体的なサンプルがあったということなのか，それともそのサンプルを何らかのルートで日本に送り返して分析するようなスパイのような人物が日本国内にいたということなのか？

山田：これは厳密なことはわかりません。アメリカが作った兵士教育用の映画によりますと，初期の頃は間違えているのです。名古屋辺りから打ち上げているとその映画の中にはでてきます。渥美半島あたりだと。ところが，後になりますと千葉県辺りだということを特定してきまして，千葉県の一宮辺りがアメリカ軍空母の艦上機の空襲を受けることになるんです。どうしてそれがわかったのかというのはまさに〈秘密戦〉の重要ポイントで，明らかにされていないのです。なにか地質学的なサンプルがないと，なかなか分からなかったのではないかと思います。何時，どのようにサンプルを手に入れたかというのはよくわからない。何か特別な特徴があったのかもしれませんけども，千葉だと特定できたのは，砂の分析からと言われていますけども，別の要素があったのかもしれません。風船爆弾を上げているのは地上からも分かりますし，日本近海に潜水艦が近づいて見ているとか，そういったことでもある程度わかるはずです。気球は，結構目立つものです。そういう意味では砂の分析からと言っているのは，ひょっ

としたら目くらましで言っているのかもしれないです。決定的な情報は今のところありません。

質問者４：アメリカ本土で実際に被害があったことに対して，報道管制でアメリカ国内では広まらなかったということだが，そのあたりの事を資料館で調べているか？
山田：残念ながら詳しいことはまだ調査が至っておりません。どうして報道管制を布いたのかは分かります。アメリカ側も日本側の風船爆弾攻撃の狙いは，アメリカを混乱させるところにあると見ていましたので，アメリカが積極的に報道しますと，下手をするとアメリカ社会に混乱が起きる，パニックになると。そうなると日本側の思う壺だということであえて報道しない。ただ報道はしないのですが，アメリカ全土に渡って風船爆弾が飛んできていますので，アメリカ軍としてはかなり神経を使って探索をしているのです。気球が空中に浮かんでいるのを見つければ撃ち落とすことは容易ですけれども，ただあまり大騒ぎすると，あれはなんだ，といいう噂がたちます。そのため極秘のうちに処理をするということが求められていたんだろうと。ですから日本側の目的も謀略，混乱を起こすということにポイントがあったのですけども，アメリカ側もそのように考えていて，最後の最後までこれは何か別物を積んでくるのではないか，最初に爆弾とか焼夷弾で油断させておいて，第二弾で毒ガスとかそういうものを積んでくるのではないかとかなり懸念していたことは間違いないです。そのためのマスコミ対策をどのように手をうったのかということを，これから更に調べたいところです。風船爆弾関係は戦後70年という節目もありまして，戦争を振り返る機会が増えてきますので，研究の進展，新しい証言の収集ということもあると思って，私たちも心がけていきたいと思っています。

質問者５：ここにある資料は全部日本の文献だが，アメリカでは詳細に調べたものが公文書館などにあるような気がする。日本は敗戦時に大量の文書を焼却したが，こういうことをアメリカはしないと思うので詳しいことはアメリカの資料をみれば分かるような気がするが？
山田：今ご指摘の点は確かにそうで，そもそも日本に風船爆弾の現物は１つもないのですが，アメリカのスミソニアン博物館やカナダの軍事博物館には現物があります。そこでの研究も随分進んでおりまして，研究書も出ています。戦争中にアメリカ軍が作成した日本の軍事技術に関するレポートもいくつかあります。それは現在では日本側でも把握できるものなんですけども，さらに踏み込んだものがどれくらいあるか，私どもでは十分に把握しきれていない部分もあります。つまり最新の研究がどれくらいあるのかは私たちもよく分かってないところです。風船爆弾は確かにアメリカ本土を脅かしたのですが，現在，大規模に調べている人がいるとも思えません。その他の〈秘密戦〉に関わる部分はやっぱりベールに包まれているところがありまして，戦後，日本の〈秘密戦〉技術がどのようにアメリカに継承されたのか，アメリカが当

時の日本の技術のどの部分に関心を持っていたのかが，断片的には分かるのですが，かならずしも十分ではありません。これは資料館の今後の重要な課題にさせていただきたいと思います。

質問者６：今の話とかぶるかもしれないが，戦後こちらから接収された資料・設備がアメリカにあると思うが，それが公開されているのか？それから何か見えてくるものがあるのか？それともう一つ，当時15才でも現在85，6才という年齢になるが，これから新しく見通せるものがあるのか？

山田：これにはいくつか問題点がありまして，まず文書資料や設備についてはアメリカはほとんど現物は入手していないと思います。というのは，日本がポツダム宣言を受諾してから，実際に米軍がやってくるまで正味２週間あります。この間に重要なものは全て処分（焼却・破壊）されたと思われます。全ては言い過ぎかもしれませんが，ほとんどの現物はなくなってしまったということです。実際，登戸研究所でも多くのものがあったはずなんですが，これは真っ先に処分された。陸軍省から人が派遣されて確認にも来ていますので，非常に優先度の高い処分のランクに入っている。ですからアメリカ軍がつかんだのは物ではなく人です。ひょっとして登戸研究所（生田）を空襲しなかったのは，場合によっては人の確保を考えていたのかもしれません。これは推定で資料的な裏付けがあるものではないんですけども。そういう発想をすることが多分，アメリカ軍ではあると思うのです。重要な人を確保して，その人の持っている知識と技術を手に入れるということです。これは文書資料を確保できなくても，重要人物を押さえて情報を提供させれば，ほぼ目的は達成できるわけです。現実に，登戸研究所関係者のなかでも，例えば偽札開発にあたっていた第三科長・山本憲蔵氏は戦後アメリカにその技術を提供したということを，具体的な事は仰ってないんですが，そういうことは現在では分かっています。注目をされた人材がいて，その人を通じてアメリカ軍へ秘密戦の技術が移転された部分もあるということは確かだと思います。人を追っていく研究も大事なことなので，どういう研究が引きつがれ，どういうことが途絶えたのか，ということももっと見ていければと思っています。ただ，戦後アメリカへの協力は，なかなか調査がしにくい部分でもあります。多くの方が家族にも話していない，ということも結構あります。難しいところはあるんですが，断片的な資料をつなぎ合わせながら，こういう研究がおこなわれていたのだと再現できるようにはしていければと思っています。

今日はどうもありがとうございました。

〔注〕

（１）気球を使った空挺部隊については，鈴木敏夫『風速０（ゼロ）作戦』（光人社ＮＦ文庫，2009年，初出，図書出版社，1980年）を参照のこと。

（２）参謀本部作戦課「決戦兵器考案ニ関スル作戦上ノ要望」，日本の戦争責任資料センター『戦争責任研究』第６号（1994年）所収。原本は防衛省防衛研究所図書館所蔵。

（３）萬和通商と児玉誉士夫の件は，小俣行男『侵掠――中国戦線従軍記者の証言―』（現代史出版会・徳間書店，1982年）を参照のこと。

〔参考文献〕（刊行順）

山本憲蔵『陸軍贋幣作戦―計画・実行者が明かす日中戦秘話―』（徳間書店，1984年）
木下健蔵『消された秘密戦研究所』（信濃毎日新聞社，1994年）
吉野興一『風船爆弾―純国産兵器「ふ号」の記録―』（朝日新聞社，2000年）
斎藤充功『謀略戦　陸軍登戸研究所』（時事通信社，1987年，学研Ｍ文庫，2001年）
伴繁雄『陸軍登戸研究所の真実』（芙蓉書房出版，2001年）
海野福寿ほか編『陸軍登戸研究所―隠蔽された謀略秘密兵器開発―』（青木書店，2003年）
松野誠也『日本軍の毒ガス兵器』（凱風社，2005年）
櫻井誠子『風船爆弾秘話』（光人社，2007年）
山田朗・渡辺賢二・齋藤一晴『登戸研究所から考える戦争と平和』（芙蓉書房出版，2011年）
渡辺賢二『陸軍登戸研究所と謀略戦――科学者たちの戦争――』（吉川弘文館，2012年）
山田朗・明治大学平和教育登戸研究所資料館編『陸軍登戸研究所〈秘密戦〉の世界』（明治大学出版会，2012年）

〔追記〕

本稿は，2015年１月10日（土）に明治大学生田キャンパス中央校舎６階メディアホールで開催された第５回企画展記念講演会「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」での報告内容を書き起こししたものに加筆・修正したものです。

明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報
第１号　2015年度
125-134頁，2016年３月

# 明治大学平和教育登戸研究所資料館2014年度年次報告

## １．2014年度活動概要と今後にむけての展望

館長　　山田　朗

### 開館５年目，開館年度につぐ来館者，通算来館者４万人突破

2014年度は，開館日数224日で来館者8,733名，回収アンケート1,849通であった。平均来館者数は，１月あたり727.7名，１日あたり38.9名になる。前年度（来館者6,889名，回収アンケート1,318通，１月あたり574.1名，１日あたり31.7名）に比べて，来館者数で126.8%と，大幅に増加し，開館以来の通算来館者は，40,577名に達した。

開館５年目に前年度を大幅に越える来館者が得られたのは，依然として，リピーターに誘われた新規の来館者が多く，学校を単位とする見学者が過去最高であったからであると思われる。また，７月から10月にかけて戦争遺跡保存全国ネットワーク企画の写真展示「平和のための戦争遺跡の保存を求めて」を実施したこと，11月から３月まで開催した第５回企画展がマスコミでも広く紹介され，例年，来館者が減少する冬季においても見学者が落ち込まず，むしろ３月に月別来館者が最高になったことなどによるものと考えられる。

来館者数が前年度比で大幅に増加したのは，学校単位の見学が，34校1,845名（前年度：29校1,329名，138.3%）と増加した上に，一般団体の見学が219団体2,952名（前年度：124団体1,811名，163.0%）と大幅に増加したことによるものである。一般団体の見学は，2010年度109団体3,374名，2011年度177団体3,718名に比べると，人数では少ないが，来館団体数は過去最高となった。前年度に比べ，学校見学が516名増，一般団体見学が1,141名増（合計1,657名増）で，全体の増加数1,844名の89.9%を占めていることから，学校見学・一般団体見学の増加がそのまま2014年度の好調さの主たる要因であると見てよい。なお，土曜日の午後に実施している資料館主催見学会は2014年度から原則月２回に減らしたため，23回・385名（前年度：33回・539名，71.4%）で，１回あたりの参加者はほぼ前年度と同じであった。

### 展示内容の点検，資料の収集

登戸研究所の実態解明は依然として進行中であり，資料館独自の調査と来館者からの情報提供によって不断に展示内容を点検するとともに新たな展示・キャプションを加えてきた。2014年度は，2013年度企画展「本土決戦と秘密戦―その時登戸研究所は何をしていたか―」で展示した，時限爆弾の起爆装置用と思われる腕時計を第三展示室の常設展示に加えた。

資料の収集・調査研究という点では，2014年度企画展に向けての調査の段階で，偽造法幣用紙の試作抄紙綴（原タイトル「儲備券用紙」，全279枚）が株式会社巴川製紙所に保存されていたことが判明し，同社より同資料の寄贈を受けたほか，風船爆弾用紙関連の和紙が寄贈された。

2014年度の実物資料の収集点数は61件・362点にのぼった。また，12月には資料館の主催としては３回目の「証言会」を開催し，貴重な証言を得ることができたのをはじめ，23名の方から聞き取りを行った。

**企画展・イベントの実施**

2014年度は企画展として「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」を開催して，日本の伝統産業である和紙と近代に導入された洋紙が，それぞれ風船爆弾の気球紙，偽札用紙として使用されたこと，それぞれの技術水準がきわめて高度なものであったことを紹介した。この企画展のために，埼玉県小川町，香川県・愛媛県・高知県の和紙・洋紙製造現場，紙に関する資料館・博物館に調査におもむき，愛媛県四国中央市（川之江）の「紙のまち資料館」では，風船爆弾用和紙製造に関する原文書を確認することができた。企画展は，2015年に入ってから中野キャンパスにおいても出張展示（本展示と同じ内容のパネル展示）を行なった。2015年１月には企画展記念講演会「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」を開催し，３月にも機能紙研究の第一人者である小林良生氏の講演会を実施した。

学部間共通総合講座「登戸研究所から考える戦争と平和」に連動した資料館主催の見学会（隔週土曜日）も予定通りに実施することができ，一般来館者の参加が中心ではあるが，明治大学学生の参加も次第に増えてきている。

**教育・研究活動**

2014年度も上記総合講座を前期には生田キャンパス，後期には駿河台キャンパスで開講した。また，学部間共通総合講座「登戸探求プロジェクト」と連携して，本学学生10名と多摩区在住の小学生11名とともに１年間の教育実践活動を行い，新聞５号，ドキュメンタリー作品１点を制作した。リバティアカデミーの生田講座として春期・秋期にそれぞれ５回の連続講座をを開催した。総合講座の授業とリバティアカデミーの連続講座は，2015年度以降も継続していく予定である。

研究に結びつく活動としては，企画展に関連して，風船爆弾用の和紙生産と偽札用紙生産の技術実態の解明を進めることができた。また，来館した登戸研究所関係者へのインタビューを随時行った。

**地域・社会との連携活動**

８月に開催された「戦争遺跡保存全国ネットワーク」の2014年度全国大会の生田キャンパスでの開催に協力した。また，10月には「第13回平和のための博物館・市民ネットワーク全国交

流会」の開催に協力した。川崎市民と共同で，小中学生向けの絵本『ひみつにされた登戸研究所ってどんなとこ？』をもとに朗読劇を作成し，資料館見学プログラムの一つに加えた。

職場体験や学芸員実習生の受け入れも前年度と同様に行った。

**宣伝・広報活動**

2014年度も大学ホームページの資料館専用ページを改善・充実させるとともに，資料館独自の広報手段として『資料館だより』第10号，第11号を発行した。

2014年度は，TV局11件，新聞社20件，その他雑誌等14件，合計45件の取材を受けた。また，2013年度より始めたSNSを利用した広報にも力を入れた。だが，アンケートに寄せられた声からは，依然として大学や資料館自体の広報宣伝活動はポスターの掲示を含め効果が不十分であり，資料館の存在を社会・学内にアピールできていないことも分かる。

**今後にむけての展望**

開館５年目も来館者動向はきわめて順調，アンケート回収も過去最高で，おおむね好意的な評価を受けることが多かったが，こうした好調さに甘んじることなく，資料館は展示内容の充実と来館者対応のさらなる向上に努めていかなければならない。

調査によって訂正・改善が必要と認められた展示パネルについては今後も改訂するとともに，新たに収集した物品・資料やレプリカを効果的に展示することが急務である。また，所蔵資料の増加に対応するために，生田キャンパス内にさらなる収蔵スペースを確保することも必要である。

生田キャンパス内の登戸研究所関係の建造物を保存し，キャンパスを「面」としての戦争遺跡として保存・整備することにも努め，戦争遺跡として文化財登録を実現させたい（現在，川崎市教育委員会と協議中）。また，明治大学各キャンパスの戦争遺跡の保存・活用についても提案をしていきたい。

企画展・イベントを実施して，これまで以上に登戸研究所と資料館に対する社会的な関心が高まるようにしたい。「平和教育の発信地」としての役割を高めるために，資料館・学内遺跡を案内できるガイドの養成を進めることも大切な課題である。

## ２. 開館状況（2014年４月１日～2015年３月31日）

### ⑴　来館者状況

| | 開館日数 | 来館者数（人） |
|---|---|---|
| 合計 | 224 | 8,733 |

【参考】開館以来の来館者数

| 年度 | 開館日数 | 来館者数（人） |
|---|---|---|
| 2010年度 | 208 | 11,185 |
| 2011年度 | 215 | 6,751 |
| 2012年度 | 218 | 7,019 |
| 2013年度 | 217 | 6,889 |
| 2014年度 | 224 | 8,733 |
| 合計 | 1,082 | 40,577 |

※各年度の来館者人数には特別開館日（通常開館日（水～土）以外の事前団体予約等による開館日）を含む

### ⑵　学校，団体等による来館者数

| | 団体数 | 来館者数（人） |
|---|---|---|
| 学校見学 | 34 | 1,845 |
| 団体見学 | 219 | 2,952 |
| 合計 | 253 | 4,797 |

## 3．資料

### ⑴　2013年度まで所蔵資料点数

・実物資料

1506件　全3047点

・視聴覚・記録資料（登戸研究所に関するテレビ番組の映像，証言映像など）

180件

### ⑵　2014年度収集資料

企画展にむけての調査で，偽造法幣用紙試抄紙の綴りが株式会社巴川製紙所に保管されていることが判明した。さらに同社より同資料の寄贈を受けることができ，全279点の調査研究を進め偽造法幣用紙の研究・開発過程を解明することが出来た。また，特種東海製紙株式会社にアメリカ製法幣用紙試抄紙が残されていることが調査の一環で判明し，同資料の画像データを入手することが出来た。以上の資料調査を企画展においてまとめて発表した。また，企画展が行われたことで，風船爆弾関係者が来館し，新規に風船爆弾用紙関連の和紙が寄贈された。その他収集資料は以下の通り。

・実物資料

収集資料点数　61件，全362点

| 資料名 | | 件数 |
|---|---|---|
| 大分類 | 小分類 | |
| 1.登戸研究所<br>41件（340点） | 書簡・証言メモ | ４件 |
| | 雑誌・新聞・書籍など発行物 | ８件 |
| | 写真 | 24件（47点） |
| | その他 | ４件 |
| | 偽造法幣製造関連資料 | １件（279点） |
| 2.風船爆弾製造<br>13件（13点） | 書簡・証言メモ | ４件 |
| | 雑誌・新聞・書籍など発行物 | ４件 |
| | 和紙 | ２件 |
| | 写真 | ３件 |
| 3.その他<br>７件（７点） | 雑誌・新聞・書籍など発行物 | １件 |
| | その他 | ６件 |

・視聴覚・記録資料

収集資料点数　全37件，全37点　（DVD17件，撮影データ12件，音声８件）

### ⑶　2014年度証言収集状況

企画展に向けて，第三科偽造法幣製紙関係者・風船爆弾原紙貼り合わせに動員された女学生の証言を積極的に収集した。また，企画展が行われたことで同関係者らが来館し，証言を収集することができた。その他証言収集状況は以下の通り。

聞き取り回数18回（来館者13回，聞き取り調査２回，他社の取材３回），証言者23名

証言者内訳

| | |
|---|---|
| 1.登戸研究所元所員 | ２名 |
| 第三科 | １名 |
| 不明 | １名 |

| | |
|---|---|
| 2.風船爆弾製造関係 | 11名 |
| 3.登研疎開先（長野）関係者 | １名 |
| 4.第三科など登研関係者遺族 | ２名 |
| 5.風船爆弾関係者遺族 | ４名 |
| 6.戦後の登研跡地の様子 | ３名 |

### ⑷　今後の資料収集について

戦争体験者が少なくなっている今，現在生存されている登戸研究所関係者への聞き取り調査は早急に行っていく必要がある。また，すでに鬼籍に入っている場合も，資料散逸を防ぐため，早急に遺族への調査が必要である。

## ４. 活動内容

### ⑴　企画展

①概要

2014年11月19日（水）から2015年３月21日（土・祝）まで，「紙と戦争―登戸研究所と風船爆弾・偽札」を資料館内で開催。テキストパネル19点（挨拶・謝辞除外），資料展示20点（内複製９点），写真展示６点，ハンズオン８点の計53点を展示した。

②調査研究

・風船爆弾製造を中心となって支えた香川・愛媛・高知，風船爆弾用紙開発を担った埼玉県小川町への調査を行い，関係者への聞き取り・「紙」の機能の解明・展示用資料の収集を行った。

・機能紙研究者である小林良生氏・宮地亀好氏の協力を得て，風船爆弾・偽造法幣に利用された「紙」について科学的見地から研究を行い，2014年企画展にまとめた。特に，和紙＋コンニャク糊が水素ガスを逃さない素材であったことを科学的に解明できたのは小林氏とともに調査研究を行ったところが大きい。今後も登戸研究所で開発された兵器の研究調査には科学的見地からの解明が必要であるため，物理学分野・化学分野研究者との共同研究が望まれる。

③その他

神奈川県立歴史博物館企画展「陸にあがった海軍」とともに本展が2015年２月２日付朝日新聞にて取り上げられた効果で，同館のボランティアガイドの見学ツアー受入れや，同館と併せて本展を見学に訪れる来館者がみられるなど交流があった。今後も，類似の展示を行っている館と連携をとっていくことの重要性を感じた。

### ⑵　地域・社会と連携した活動

①第18回戦争遺跡保存全国シンポジウム

全国の市民団体をはじめとする全46団体から成る「戦争遺跡保存全国ネットワーク」の2014年度全国大会に協力。８月16日（土）～18日（月）開催。参加者510名。また，７月16日～10月25日まで写真展示「平和のための戦争遺跡の保存を求めて」を資料館内で同時開催した。

②第13回平和のための博物館・市民ネットワーク全国交流会

平和に関する博物館や活動に携わる職員・市民から成る同会の交流会に協力。10月25日（土）～26日（日）開催。参加者30名。

③川崎市民との連携

小中学生向けの絵本「ひみつにされた登戸研究所ってどんなとこ？」を登戸研究所保存の会

が発行し，同会の協力を受け，資料館に訪れた小中学生を中心に322冊無料配布。

また，この絵本を下に資料館と川崎市民が共同で朗読劇を作成し，資料館見学プログラムの１つとして用意している。2014年度末までに１団体に利用され，2015年７月にも小学生中心の団体に利用される予定。

④神奈川県博物館協会との連携

2014年９月28日（日）同協会主催講演会「博物館の未来をさぐる―その機能と手法―」にパネリストとして報告。この講演会を元に当館も寄稿した報告書が同協会60周年記念誌として刊行された。

### ⑶　学部間共通総合講座「登戸探求プロジェクト」との連携

上記授業と連携し，多摩区在住の小学生11名と明治大学在学生10名とともに登戸研究所について１年間探究を行い，新聞５号発行，ドキュメンタリー作品１点を制作した。

### ⑷　貸出および館外展示状況

博物館，テレビ局・出版社などメディア，学校，市民団体あわせて９件の資料利用願があり，2013年度企画展展示パネル・風船爆弾製造現場写真データなどを貸し出した。

また，個人・テレビ局などから調査依頼が20件あった。うち２件は調査中。

### ⑸　資料館主催見学ツアーの実施

月２回，土曜日に開催し，2014年度は全23回開催，参加者は385名。各回定員を25名としているが，定員を上回る申し込みもあった。

## ５. 取材

取材は主なものでテレビ局11件，新聞社20件，その他出版物への掲載など14件，合計45件あった。

2014年11月19日から当館で2014年度企画展「紙と戦争　―登戸研究所と風船爆弾・偽札―」が始まったが，11月27日にユネスコが「和紙　日本の手漉き和紙技術」を無形文化遺産に登録。折しも2015年に戦後70年を迎えるため，紙や戦争に関する特集を組んだ報道機関からの取材が多かった。開設しているSNS（Facebook, Twitter）でも企画展や講演会関係の書き込みへの閲覧者数が多かった。

## 6．来館者感想

【80歳代】

・10数年の長きにわたり，巨額のニセ札を作り使った事実。生命への危害を加えるためのバイ菌類の製造及使用，中国，満州へのこれ程の侵略加害行為の事実，現物を見たのは大変貴重な経験でした。日本国内でもアジアの他の国々使ったのでは，米ドルも偽造したのでは―と思っています。戦争にはこういうものもあるのだと，大変勉強になりました。（女性）

・戦争中学徒動員で狛江の工場で働いた。近所にこのような施設があったのを知って驚いた。（女性）

【70歳代】

・知らないことばかりにびっくりしました。でもこんなに皆様の努力で判かった資料がたくさんあることに感動しました。子供や孫たちにしっかり伝えなければならない大事な場所だと思いました。（女性）

・シニア友の会でいろいろな所に行きましたが，化学のこわさを知った。人体実験こんな残酷な事も行ったのかと心がいたむ。若い大学生が研究されている事に日本がすくわれる思い（女性）

・知らないことだらけでしたが，具体的に展示がなされ，軍事のためにはおしげもなく研究，作業，労働を強いられたことがわかり，戦争のおろかさ，悲惨と同時に平和への思いを強くした。（女性）

・秘密戦とはどういうことかよく理解できた。それに従事した人も，その対象になって亡くなった人も，両方の人権がないがしろにされてきた。戦争は，こういう形で人間性をむしばんでいるのだということが学芸員の説明でよくわかりました。どうもありがとうございました。（女性）

・この貴重な歴史的事物をよくぞ保存して頂いていることに驚いた。平和への思考が倍増した。有難う資料館だ！（男性）

・集めにくい資料を，良くここまで集めた。こんな研究所があったことは知らなかった。後世に伝えるべき貴重な資料（男性）

【60歳代】

・パンフレットの詳細内容に衝撃を受けました。戦争の時代を知りませんでした。この様な時代に両親は生き，戦地で戦っていたと思うと改めて悲惨な時代のあったこと，登戸の資料館

の保存の意義の深さを感じます。もう一度伺いたいと思います。（女性）

・戦争時の表に出ない裏の資料がそのまま残されて資料展示されていることがとても貴重で，これを若い人達にも知って欲しいと思ったと共に知らせていかなければと現状の政治状況下で強く思った。（女性）

・科学の平和利用は，我々の将来を決定的に運命づけます。しかし負の歴史も又，科学の発展を促しました。この二律背反を我々はどう受け留めるのか，非常に重大な問題です。（男性）

【50歳代】

・当時の関係者が，子ども達の働きかけに対して，重い口を開かれたというのが象徴的と感じました。私も学生の頃被爆者の方にインタビューをしていて，「今まで誰にも言わなかったことをあなたに初めて話しました」という体験をしました。聞いたものの責務として，平和を守っていくことの重要さを再認識しました。（女性）

【40歳代】

・戦争中に行われていた負の遺産を隠さず，後世へ伝えていこうとする姿勢が素晴しいと思った。小６の息子とまたぜひ来たいです。（女性）

【30歳代】

・戦争の裏側にある，国民が当時知り得ることができなかった物事の一部を知れることは，平和な世に生まれ，戦争の悲惨さなど知らない世代にとって，今こそ知っておくべきことと思う。再び日本が戦争にまきこまれるかもしれない時代の局面の中で，資料館の重要性はますます高まっている。（男性）

【20歳代】

・今回，紙の企画をみましたが，身近なものでの技術として，当時から高度な技術があったことがわかりました。紙に焦点をあてた展示，良いと思いました。（女性）

・日本の戦争中の加害性を忘れて勇ましい言説が飛び交う昨今，いまいちど日本が何をしてきたかを見つめ直すべき時ではないかと感じています。非常に意義深い展示をされていると感じました。永く続けて頂きたいと思います。（男性）

・多くの戦争展示とは異なる切り口で新鮮だった。地域に根ざした地域的特徴とリンクしている点も良かった。（男性）

【10歳代】

・女性が風船爆弾を作っていたことを知って女性が裏で支えていたのはつらかっただろうと思いました。ろか装置は70年前のものがきれいに残っていて，当時の生々しさが伝わってきました。（女性）
・本日はありがとうございます。自分自身や親，祖父母すら戦争を知らない時代の私たちにとって，当時からのこるものをみて知るということは学校の授業やはなしをきくことよりも戦争についてしるきっかけとなると思う。私たちと同じ世代のひとにみて，ふれて，きいて考えてほしい。（女性）

## 編集後記

『明治大学平和教育登戸研究所資料館 館報』第１号をお届けします。

本号は，資料館の2014年度（2014年４月～2015年３月）における活動報告が主な内容です。機能紙研究の第一人者である小林良生氏の論文は，2014年度企画展「紙と戦争」にともなって行われた同氏の講演の元原稿です。本論文は，戦時中の風船爆弾製造をめぐる和紙業界に対する国家総動員の実態と，和紙をコンニャク糊で貼り重ね・貼り合わせた風船爆弾の球皮の強靭さの秘密を明らかにしたものとして重要な研究成果です。その他に企画展をめぐる館長講演の記録，企画展展示の記録，2014年度の資料館に関する諸データを掲載しています。講演の記録，企画展展示の記録はともに企画展開催以降に明らかになった追加研究の結果も交えたものですので，データや分析は最新の水準にあるものです。

なお，小林氏の論文と他の記録では，小林氏の原稿のオリジナリティを尊重し，出典注の執筆形式などの統一はあえて行なっておりません。

本号は，2014年度の活動内容を2015年度末に刊行することになりましたが，第２号以降は，なるべくタイムラグをつくらず，活動年度の次年度前半に発表する予定です。

（文責・山田朗）

## アクセス

小田急線「生田駅」から来館される場合
　南口から徒歩15分

※地域産学連携研究センターからエレベーター・エスカレーターをご利用いただけます。（日・祝日除く午前8時～午後6時半。運転時間等については今後変更になる場合がございます。）

小田急線「向ヶ丘遊園駅」から来館される場合
　北口から小田急バス「明大正門前」行きに乗車し，終点で下車

※外来者用の駐車スペースがありませんので，お車でのご来館はご遠慮ください。

## 利用案内

開館時間　水曜～土曜　午前10時～午後４時
入 館 料　無料

※明治大学の夏季・冬季休業期間，７月・１月の定期試験期間及び12月～２月の入試実施に伴う入構制限期間等は閉館する場合がございます。
※事前団体予約がある場合に限り日曜開館。開館スケジュールについてはお問い合わせください。

## 団体予約について

団体見学（10名以上）の場合は，事前申し込みが必要です。
見学希望日の１か月前までに電話またはＥメールにてお申込みください。
団体見学に関する内容や受け入れ人数についてはご相談ください。

※団体見学に限り，日曜日の見学予約を受け付けております。希望される場合はお問い合わせください。
※団体の重複等により予約をお受けできない場合があります。


明治大学平和教育登戸研究所資料館
〒214-8571　神奈川県川崎市多摩区東三田1-1-1　明治大学生田キャンパス
TEL/FAX：044-934-7993
E-MAIL：noborito@mics.meiji.ac.jp
URL：http://www.meiji.ac.jp/noborito/index.html
twitter：https://twitter.com/meiji_noborito
facebook：https://www.facebook.com/Noboritoshiryoukan



明治大学平和教育登戸研究所資料館　館報　第１号　2015年度

2016年３月25日　発行

編集兼発行者　明治大学平和教育登戸研究所資料館
〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田１－１－１
明治大学生田キャンパス
電話　044-934-7993

印刷所　株式会社 毎栄