

# 廣瀬製紙の湿式不織布事業の成功のメカニズム

1190431 岡田 怜

高知工科大学 経済・マネジメント学群

## 1.はじめに

高知県には、現在、数多くの製紙メーカーが存在する<sup>1)</sup>。そのなかに、特殊紙・機能紙を製造するメーカーがある。その代表的な企業が、金星製紙株式会社、ニッポン高度紙工業株式会社、廣瀬製紙株式会社（以下廣瀬製紙とする）の三社である。ニッポン高度紙工業株式会社は、主に天然繊維を用いて機能紙を開発しており、主な製品として、アルミ電解コンデンサ用セパレータ、電気二重層キャパシタ用セパレータ、リチウムイオン電池用セパレータなどがある<sup>2)</sup>。金星製紙株式会社は、乾式製法による不織布製品の製造を行っており、主な製品として食品用梱包材やコーヒーフィルターなどを販売している<sup>3)</sup>。廣瀬製紙株式会社は、湿式製法による不織布製品を製造しており、主に、アルカリマンガン電池用セパレータや極薄特殊紙などを市場に提供している<sup>4)</sup>。これら三社は、特殊紙に用いる材料がそれぞれで異なっていることから、市場で棲み分けを果たしている。いずれの製品も国内や海外の市場で高いシェアを獲得している。

本論文では、その中でも廣瀬製紙に焦点を当てて、同社の先駆的な合成繊維紙の開発、その後の創業、アルカリマンガン電池用セパレータの分野での国内シェア 60%、海外シェア 30%の達成、さらには様々な合成繊維紙の開発の歴史を示す。さらに、アルカリマンガン乾電池用セパレータ市場での成功の因果メカニズムを明らかにする。

以下、本論文では、廣瀬製紙の会社概要および製品概要について述べ、研究方法を示す。次いで、土佐和紙の発展と衰退、創業者の廣瀬晋二氏が合成繊維に出会うまで、廣瀬製紙の創業時、アルカリマンガン電池用セパレータ向け不織布開発と事業化の成功、合成繊維紙の継続的開発と製品化にまつわる出来事を順次示す。そして、アルカリマンガン電池用セパレータ向け不織布事業の成功の因果メカニズムについて明らかにする。

## 2 廣瀬製紙の概要

### 2.1 会社概要

廣瀬製紙は、創業者である廣瀬晋二氏によって 1958 年 3 月に、高知県土佐市高岡町に設立された。同社は、創業から一貫して高性能湿式不織布を開発しており、機能性繊維による産業用湿式不織布の製造、加工並びに販売を本業としている<sup>4)</sup>。

創業者の廣瀬晋二氏は、元々、土佐手漉き和紙の工房を経営していたが、機械漉きの台頭による需要の減少により、手漉き和紙の将来に不安を持っていた。そんな折の 1952 年に、京都大学教授稲垣寛氏の合成繊維についての講演を高知で聞く機会に恵まれた。廣瀬晋二氏は、そのとき、合成繊維をシートにする技術を確立すれば、その用途が拓けてくることに着目し、合成繊維紙の開発に取り組み始めた。廣瀬晋二氏は、その後、廣瀬製紙を創業するが、以後、合成繊維による機能紙一本で事業を行っている（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,52 頁）。

廣瀬製紙が製造している湿式不織布は、主に、アルカリ乾電池用セパレータ、液体濾過フィルター、カーペット滑り止め粘着紙、食品包装材料などの材料に使用されている<sup>4)</sup>。その中でも、廣瀬製紙の競争優位の源泉となっているアルカリ乾電池用セパレータ向け不織布では、国内シェア約 60%という高いシェア率を誇っており、国内ニッチトップである。同社の技術力は海外でも認められており、海外シェアは約 30%にのぼる。また、同社は、湿式不織布の抄紙技術で均質かつ軽量な不織布を製造する技術を確立しており、2 g/m<sup>2</sup>の世界一薄い湿式不織布の抄紙技術を有している<sup>4)</sup>。

### 2.2 製品概要

廣瀬製紙が主に取り扱う機能紙は、合成繊維を原料とする湿式不織布である。そうした不織布は、洋紙や和紙に使われる植物由来の天然繊維とは違い、石油・石炭などを原料とし

て科学的に合成される繊維である。天然繊維よりも丈夫であることが特徴である<sup>4)</sup>。

不織布は、繊維を織って作る布とは違い、繊維を熱または化学的な作用によって接着させる事でシート状にされたものである。植物繊維のみを用いて作られたものが紙であり、それ以外の合成繊維や金属繊維を混ぜて作られたものが不織布と呼ばれるものである。不織布は大量生産ができ、安価であるものの、布と比べて強度が低い<sup>4)</sup>。

廣瀬製紙が製造している湿式不織布は、合成繊維を熱融着または化学融着をして製造するのではなく、紙と同じ要領で漉いて製造する。したがって、仕上がりが紙と同じような風合いになり、均一なシートが得られるようになる<sup>4)</sup>。

### 3 研究方法

本研究では、研究方法として物語分析を用いる。その物語分析は、「物語構成の明確化」と「過程追跡」によって構成される。そのうちの物語構成の明確化は、次のステップによって行われる（田村、2016、16頁）。

Step 1. 物語の終点を設定する。

Step 2. 最終結果に関連するようないくつかの出来事を選択する。

Step 3. これらの出来事を順序づける

Step 4. これらの出来事を因果的に連結する。

Step 5. 物語の始点を設定する。

一方、過程追跡では、さらに、「出来事年代記の作成」と、「出来事構造の抽出」が行われる。本研究では、廣瀬製紙の社史と、同社にまつわる雑誌記事や新聞記事を用いて出来事の年代記を作成し、構造を抽出した。

本研究では、物語構成を明確化した結果、主な出来事を次の順序で列挙した。

- ① 土佐和紙の発展と衰退（始点）
- ② 廣瀬晋二氏が合成繊維紙に出会うまで
- ③ 創業当時
- ④ アルカリマンガン電池用セパレータ向け不織布の開発と事業化
- ⑤ 合成繊維紙の継続的開発と製品化（終点）

そして、出来事年代記の作成によって、それぞれの出来事を構成する詳細な出来事を示した。

また、アルカリマンガン電池用セパレータの不織布事業に関して、出来事構造を抽出して、成功の因果メカニズムを明らかにした。以下に、それぞれの出来事年代記を順に示すとともに、セパレータ向け不織布事業の成功のメカニズムについて説明する。

### 4 土佐和紙の発展と衰退までの出来事

高知県では、1591年になると、安芸三郎佐衛門によって、土佐七色紙と呼ばれる七色の紙が発明される。その安芸三郎佐衛門は、伊予（愛媛県）の新之丞から紙の作り方を学んだ。土佐七色紙は、1662年に、土佐藩主山内一豊によって徳川幕府に献上された。そして土佐藩では、1752年に、御蔵紙や平紙の制度がしかれた<sup>5)</sup>。

1860年になると、高知県伊野町で生まれた吉井源太によって、土佐和紙八枚漉きの大型簀桁が開発された。これによって、女性も紙漉きが簡単に行えるようになり、紙の生産量が2倍から3倍に増えた<sup>6)</sup>。

1880年に、勝賀瀬亀太郎が、伊野町で初めて土佐典具帖紙、楮紙を漉いた<sup>5)</sup>。典具帖紙は、元々、美濃で開発されたものであったが、吉井源太の指導によって高知でも漉かれるようになった。土佐の典具帖紙は、高知県産の楮繊維を使用して抄紙されたが、他の紙と比べ物にならないほど薄く、強度も高かった<sup>7)</sup>。

吉井源太は1884年に静岡県から三椏を購入して、高知県で栽培を開始した。また、和紙を抄紙する時の粘材となるトロアオイの栽培も始めた<sup>5)</sup>。

その年は、和紙の機械漉きも開始された<sup>5)</sup>。機械漉きでは、紙を切れ目のなく生産でき、しかも安価で大量に生産できた。その結果、和紙の製造は、手漉きから機械漉きへと移行しつつあった<sup>5)</sup>。

1906年になると、土佐紙合資会社が、円網ヤンキー抄紙機を導入した。その結果、土佐や芸防などで円網ヤンキー抄紙機による和紙抄造が本格化するようになった<sup>5)</sup>。

しかし、1941年に太平洋戦争が勃発すると、製紙業が衰退を始めた<sup>5)</sup>。

1957年に、高知県の高岡丑太郎によって、円網ヤンキー抄紙機の技術を活かして、短網抄紙機を改良することで、懸垂式短網抄紙機が開発された<sup>5)</sup>。これは、従来の抄紙機と違っ

て、縦揺れだけでなく、手漉きの要領である横揺れを加えることで、手漉きのように機械漉きを行えるという特徴があった。その結果、懸垂式短網抄紙機によって典具帖紙の抄紙が行われるようになった（稲葉,加藤,2006,2 頁）。

機械漉きが主流になると、1970 年には、伊野町においても、全生産量の 80%が機械漉きとなった。そして、1978 年になると、県内の手漉き和紙の生産量が、2305 トンをピークに減少を始めた（兼村,2002,213 頁）。

2000 年は、生産量が 44 トンとなり、この半世紀で和紙総生産量がわずか 2%にまで減少した（兼村,2002,213 頁）。また、手漉きによる操業が 32 工場にまで減り、従業者数はわずか 85 名となった（兼村,2002,213 頁）。

## 5 廣瀬晋二氏が合成繊維に出会うまでの出来事

廣瀬晋二氏は、終戦後の 1947 年に服員すると同時に、高知県の実家の工房で紙すきを再開した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,52 頁）。当時は四槽の漉き船を使い、数名の職人と共に障子紙、傘紙、温床紙などを手漉きで漉いていた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,52 頁）。そして、1952 年に、実家の工房を四代目として継いだ。この時にはすでに機械漉きが世に台頭しており、手漉き和紙の将来が不安視された（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,26 頁）。同時期、高知紙業試験場の要請で、京都大学の稲垣寛氏が、合成繊維を紙に抄紙する実験についての講演を行った。この講演を聞いた廣瀬晋二氏は、この話到手漉き和紙の技術が応用できることを感じ、京都大学岡村研究室への留学を志願した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,13 頁）。そして廣瀬晋二氏は、翌 1953 年 10 月に、小さな紙漉き槽を持参して、稲垣寛氏の紹介で京都大学岡村研究室に留学した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,13 頁）。

合成繊維は、天然繊維と比べて疎水性が大きく、叩解することが困難なために、水中における繊維の分散や、漉き網上での絡み合いが難しく、乾燥工程での繊維の固着が困難であった。このため、抄紙することが難しかったので、合成繊維のカット長、適切な繊維濃度、粘材の選択が研究されていた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,18 頁 19 頁）。

廣瀬晋二氏は、1954 年に、京都大学岡村研究室で、和紙を漉くのと同一漉き槽を用いて、土佐和紙の原料であるトコロ

アオイを粘材（分散剤）として、手漉きの要領で合成繊維を漉いてみた。その結果、全く地合いのよい合成繊維紙ができた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,14 頁）。そして、翌年の 1955 年に、ポリビニールアルコール繊維のバインダー（固着剤）を用いて、ビニロン繊維やナイロン繊維を抄紙することによって純度 100%の合成繊維紙を作ること成功した（岡村,稲垣,廣瀬,1957,89 頁）。廣瀬晋二氏は、その後、京都大学岡村研究室で、ポリオレフィンやポリエステルなどの多くの合成繊維についての勉強と研究を重ね、合成繊維紙の技術者になった。そして、翌 1956 年に、高知県に戻った（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,14 頁）。

## 6 創業当時の出来事

廣瀬晋二氏は、1958 年の 3 月に、高知県土佐市で廣瀬製紙株式会社を設立した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,26 頁）。廣瀬晋二氏は、稲垣寛氏の紹介で、原料購入先としてクラレ(株)を、代理店として三晶(株)をそれぞれ紹介してもらったが、工場自体はまだ建設中であった（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,26 頁）。当時は、ティッシュや障子紙の販売が主であったが、同時にビニロン繊維 100%の合成繊維紙パピロンの販売を始めた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,19 頁,28 頁）。しかし、パピロンはシーズ先行型で開発した合成繊維紙であったために、当時は、需要が少なかった（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,19 頁）。

翌月の 4 月に、小松茂彦氏が高岡製紙協同組合から入社してきた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,27 頁）。廣瀬晋二氏は、抄紙機（懸垂式短網抄紙機）を大昌鉄工所(株)から購入するとともに、小松茂彦氏と共に合成繊維の自動抄紙機へと改良を始めた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,27 頁）。

合成繊維の自動抄紙機は翌 1959 年に完成した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,27 頁）。そうした合成繊維の自動抄紙機は、廣瀬製紙が日本で初めて開発されたものであった。そのため、自動抄紙機の完成を開きつけた各繊維メーカーが、用途の開拓で困っていた合成繊維を廣瀬製紙に持ち込むようになった。廣瀬製紙では、用途開発のための実験が開始された（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,15 頁）。クラレと三晶と廣瀬製紙は、この年から、需要のほとんどな

かったパピロンの用途開発に力を入れ始めた（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,19 頁）。

## 7 アルカリマンガン電池用セパレータ向け不織布の開発と事業化の出来事

ビニロン繊維 100%の合成繊維紙パピロンは、ニーズに先駆けて開発されたものの、その後 10 年間、用途が見つからなかった（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,24 頁）。ところが、アメリカの電池メーカーから、パピロンが電池用のセパレータとして有用かもしれないという助言を受けた（片岡,立本,2015,79 頁）。1965 年頃になると、従来のマンガン電池からアルカリマンガン電池への移行が始まり、新しいセパレータが必要となったからである（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,20 頁）。そして、松下電器産業㈱が、アルカリマンガン乾電池用セパレータとしての適材を三晶とクラレに依頼したことをきっかけとして、廣瀬製紙、クラレ、三晶の 3 社での共同開発が始まった（「廣瀬製紙、電池用絶縁紙を増産」,日本経済新聞地方経済面,2007 年 2 月 7 日）。

三社による共同開発の結果、耐アルカリ性のあるビニロン 100%の不織布であるパピロンが、セパレータとして採用されることになった。そして商社と提携して欧州にサンプルを持ち込むと、廣瀬製紙のパピロンは高い評価を得た（「廣瀬製紙電池を支える和紙の技術」日経ビジネス,209 年 2 月 9 日）。

1971 年になって、アルカリマンガン電池用セパレータ向けの不織布の開発と販売が開始された（片岡,立本,2015,79 頁）。ビニロン繊維 100%の不織布を作ることのできる廣瀬製紙は（「廣瀬製紙電池を支える和紙の技術」日経ビジネス,2009 年 2 月 9 日）、製品開発と製造に注力した。そうして製造された不織布はクラレブランドとして販売された。そのとき、欧米向けの販売はクラレが、アジア向けの販売は三晶が主力を担うという形になった（片岡,立本,2015,79 頁）。電池メーカーのニーズは、3 社の協力における廣瀬製紙の製品開発に活かされた（片岡,立本,2015,79 頁）。

アルカリマンガン電池用セパレータの発売当初からしばらくの間は、製造工程の改善、カメラのフラッシュ対応、無水銀化など、ユーザー企業からの引き合いが高まった（片岡,立本,2015,79 頁）。廣瀬製紙は、それらの要求に細やかに対応していくことで、製品の品質の向上を図ると共に、ユーザー企

業からの信頼を得て、市場シェアを獲得していった（片岡,立本,2015,79 頁）。

## 8 合成繊維紙の継続的开发と製品化の出来事

廣瀬製紙は、今まで蓄積してきた合成繊維の知識と技術を活用して、1979 年に「100%ポリエステル繊維紙」を開発した。廣瀬製紙は、それを皮切りとして 1981 年以降では、機能紙専門の企業になった（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,29 頁）。

廣瀬製紙は、続く 1983 年に 100%オレフィン繊維紙を開発した。そして、1986 年になると、生産体制強化のために、日高村の清水工業団地に日高工場を建設した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,2014,30 頁）。

廣瀬製紙は、1987 年に、1 平方メートル 8 グラム、厚さ 0.03 ミリという超薄型軽量ポリエステル紙の開発およびサンプル出荷を始めた（「廣瀬製紙が開発、極薄 0.03 ミリポリエステル紙——謄写版原紙などに利用」,日本経済新聞地方経済面四国,1987 年 10 月）。さらに改良を重ねて、1989 年に 1 平方メートルあたり 5 グラムの超薄型軽量ポリエステル紙の開発・製品化に成功した。この時点で、天然繊維を含めた紙の中で世界一薄い紙であった（「廣瀬製紙、超軽量紙を開発 1 平方メートルあたり 5 グラム」,日経産業新聞,1989 年 6 月 20 日）。

1997 年になると、廣瀬製紙は、東レ㈱、三菱商事㈱と共同で高機能繊維（PPS）の不織布を開発し、生産を担当するようになった（「耐熱・耐薬品の高機能繊維、廣瀬製紙、東レなどと共同、PPS の不織布開発」,日本経済新聞,地方経済面,四国,1997 年 10 月 15 日）。

廣瀬製紙は、2007 年になると、ナノファイバー新製法を確立した（廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編,会社案内,4 頁）。同社は、エレクトロスピンニング法による製造方法と最薄葉紙製法を組み合わせナノファイバー不織布を生み出した。

また、2011 年、産業技術総合研究所と共同で、ナノファイバー不織布を用いてリチウムイオン電池の部材の開発に乗り出した（「リチウムイオン電池、出力 20～30%高める部材、廣瀬製紙、産総研と開発へ」,日本経済新聞,地方経済面四国,2011 年 1 月 20 日）。さらに、2015 年には薄型断熱材を開発した（「高知——廣瀬製紙、紙状の薄型断熱材を開発、列島ダイジェスト」,日本経済新聞朝刊,2015 年 3 月 9 日）。2017

年になると、ナノファイバー不織布が、衛生マスク用のフィルター材料としてマスクメーカーから採用された（「地場産業大賞に広瀬製紙の技術、マスク用ナノフィルター」,日本経済新聞,地方経済面,四国,2018年2月1日）。

## 9 アルカリマンガン電池用セパレータの不織布事業の成功の因果メカニズムについて

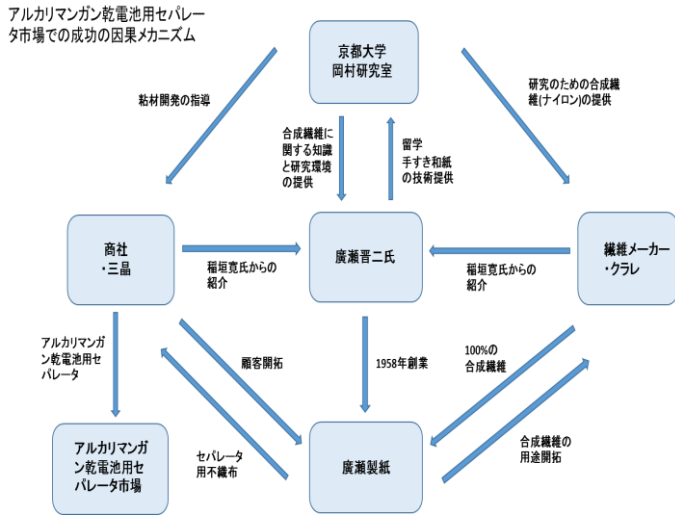


図1 アルカリマンガン乾電池用セパレータ市場での成功の因果メカニズム

廣瀬晋二氏は、高知県の和紙の産業集積地であった（現土佐市）で生まれ、家業を継いで手漉き和紙の職人になった。しかし、機械漉きの台頭による手漉き和紙の衰退から、その将来性に危機感を感じるようになった。廣瀬晋二氏は、ちょうどその頃、稲垣寛氏の合成繊維に関する講演を高知でたまたま聞き、それをきっかけとして京都大学岡村研究室で合成繊維紙との出会いを果たした。廣瀬晋二氏は、そうしたタイミングで、和紙職人から合成繊維紙のテクノロジー・アントレプレナーへと転身し、廣瀬製紙を創業したのである。

廣瀬晋二氏は、その後、ビニロンの合成繊維紙であるパピロンの開発に成功する。しかし、シーズ先行型の開発であったため、顧客をなかなか開拓できずにいた。それから10年が経って、乾電池の技術進化によるアルカリマンガン乾電池のセパレータ向け材料として、パピロンを応用する機会を得た。それは、京都大学への留学のきっかけを作ってくれた稲垣寛氏のネットワークから生じた、繊維メーカーのクラレと商社の三晶との共同開発によって生まれた。そうした三社の協力

関係は、顧客開拓を商社に任せつつ、繊維メーカーから純度100%の合成繊維を供給してもらい、廣瀬製紙が高品質のセパレータ用不織布を大量生産するというものであった。それが、三社間で良好な関係を築くことになって、アルカリマンガン電池用セパレータ市場での廣瀬製紙の競争優位とニッチトップに結実したのである。廣瀬製紙は、その後、湿式不織布の開発と製造に専念できるようになり、特殊紙の分野で性能や品質面において国内トップを走り続けている。

## 10 おわりに

廣瀬製紙の60年の歴史を支えているのは、時代のニーズを先取りし、諦めずに挑戦し続ける不屈の継続力である。この間に直面した様々な困難も、多くの企業や人々の助けを借りて乗り越えてきた。これからも、廣瀬製紙の挑戦と継続力によって生み出される製品は、特殊紙業界のさらなる発展につながるであろう。

### 注)

- 1) 池田紙業株式会社(不織布製造、加工)、株式会社梅原製作所(製紙機械)、河野製紙株式会社(ティッシュペーパー、トイレットペーパー)、金星製紙株式会社(家庭用雑種紙)、コーヨー製紙株式会社(京花紙)、三昭紙業株式会社(家庭用雑種紙)、三和製紙株式会社(家庭用雑種紙、障子紙)、四国特紙株式会社(ティッシュペーパー、トイレットペーパー)、ダイレイ株式会社(ポケットティッシュ)、ニッポン高度紙工業(電気絶縁紙)、廣瀬製紙株式会社・テクノヒロセ株式会社(工業用雑種紙、紙加工)
- 2) ニッポン高度紙工業株式会社 HP<http://www.kodoshi.co.jp/step/01.html>
- 3) 金星製紙株式 HP<http://www.kinseiseishi.co.jp/>
- 4) 廣瀬製紙株式会社 HP<http://www.hirose-paper-mfg.co.jp/>
- 5) 伊野町紙の博物館 展示年表
- 6) 土佐和紙；歴史 <http://www.gakujoken.or.jp/dentoukougei2/Kouchi/Tosawasi/rekishi.html>
- 7) 高知の歴史と自然が紡ぎ出した工芸品。土佐和紙高知まるごとネット <http://kochi-marugoto.com/goods/cg8/140/>

### 参考文献

稲葉政満、加藤雅人（2006）「機械漉き和紙への技術革新  
Technological Innovation of Machine-made Washi、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回国際シンポジウム研究論文発表会論文集』、日本の技術革  
新－経験蓄積と知識基盤化－研究成果資料情報より（2006）

岡村誠三、稲垣寛、廣瀬晋二（1957） 「合成繊維の紙に関  
する研究(第1報) ビニロン繊維の手抄き実験」 『機能紙研  
究会誌』 48巻、機能紙研究会（2009）

兼村智也（2002） 第9章「ハイテク産業を担う地場産業～  
土佐和紙から機能氏へ～」『21世紀型地場産業の発展戦略』、  
新評論（2002）

片岡千保、立本博文（2015） 『グローバルニッチトップ企  
業を生むメカニズム～高知県紙産業の比較事例研究～』 79頁

廣瀬製紙株式会社ヒロセグループ編（2014）『廣瀬製紙と機  
能紙の55年』、廣瀬製紙株式会社

