



山形大学
Yamagata University

インクジェット開発センター 発足記念セミナー

INOEL
Innovation Center for Organic Electronics

インクジェット技術の課題と その解決に向けた新しい取り組み

山形大学
INOEL有機エレクトロニクスイノベーションセンター

インクジェット開発センター
酒井真理

2018/2/21

東京工業大学キャンパス・イノベーションセンター 国際会議室

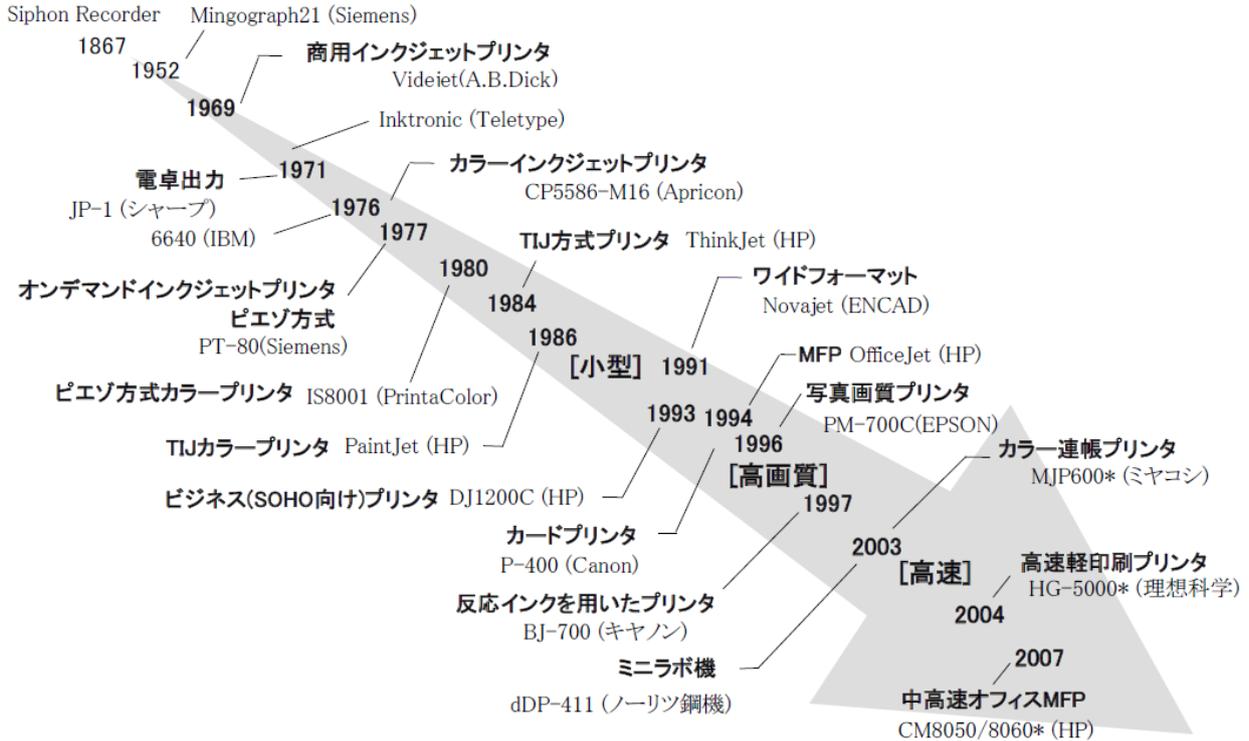


山形大学
Yamagata University

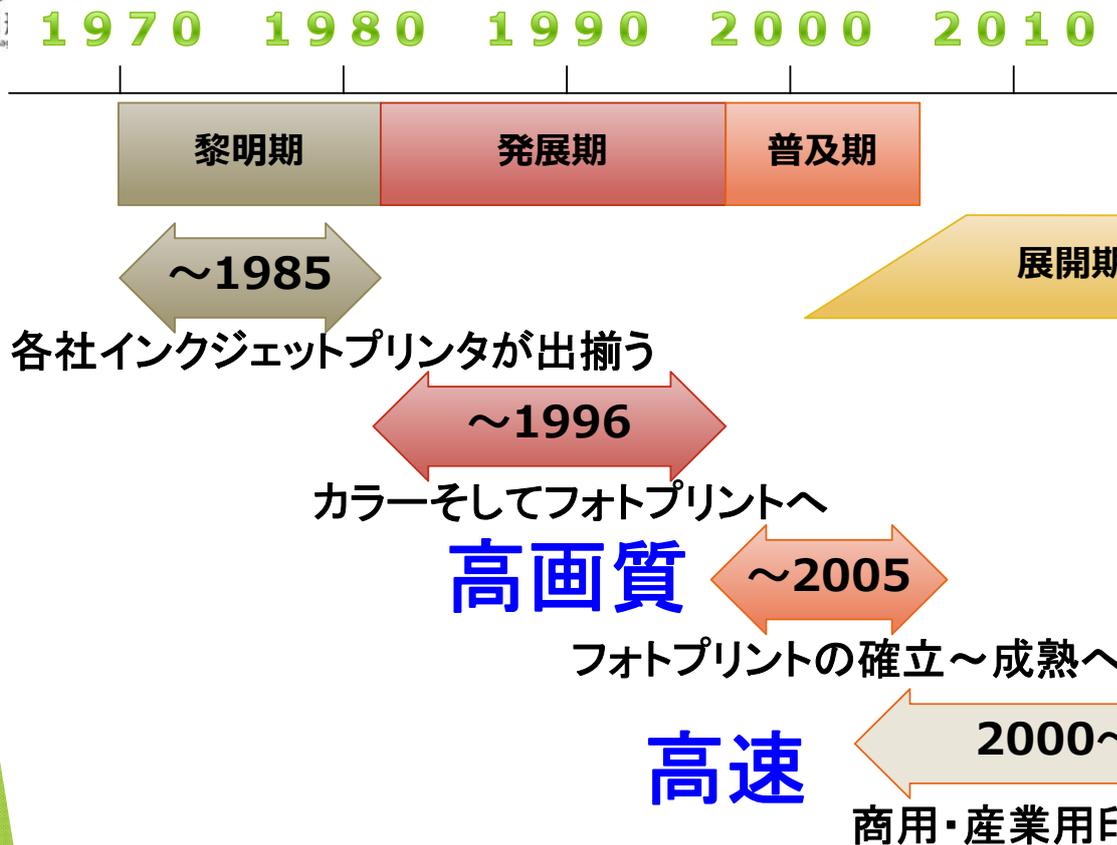
インクジェットセミナー内容

INOEL
Innovation Center for Organic Electronics

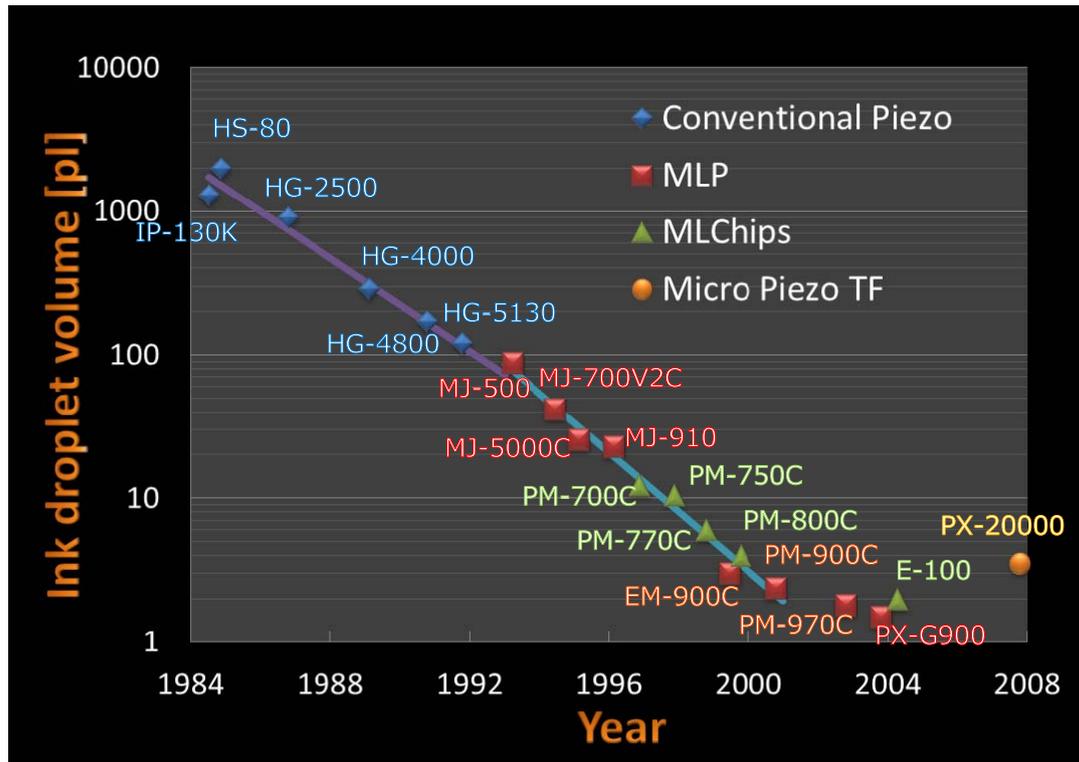
1. 発展の歴史
2. 技術の特徴
3. 課題と取り組み
4. インクジェット開発センターの紹介



出展：藤井雅彦監 日本画像学会編 「インクジェット」



[高画質] インク液滴サイズの推移 セイコーエプソン

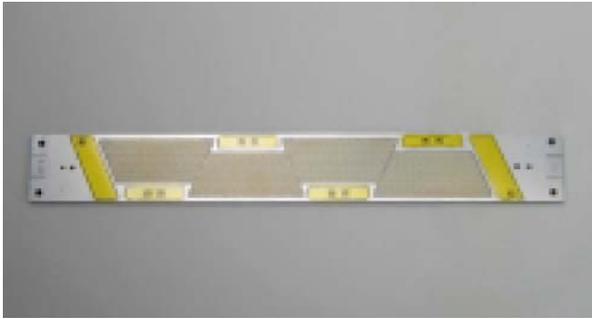


[高画質] 高画質に向けたインクの進化

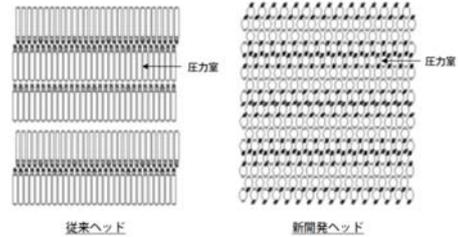


シングルパス印刷を可能にする ページ幅のラインヘッド

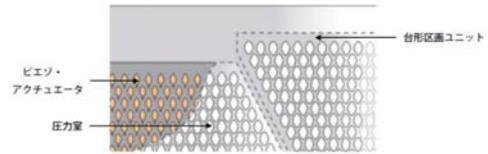
- ブラザーと京セラの共同開発(2005年03月09日)
- シングルパス写真プリンタを実現 (4.25インチ幅、800mm/ s)



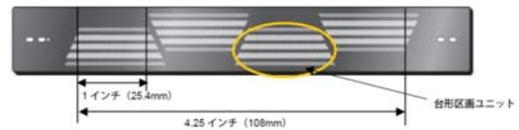
【図5】当社従来ヘッドと新開発ヘッドの圧力室配列の比較



【図6】新開発ヘッドの圧力室配列と台形区画ユニット



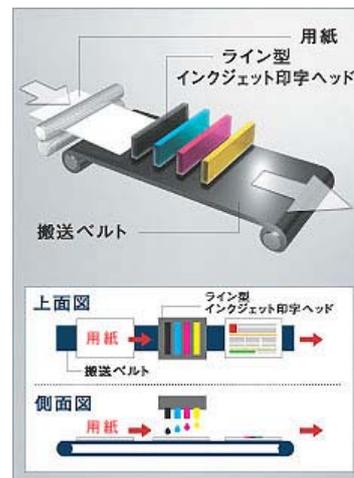
【図7】インク吐出面から見たライン型インクジェットヘッド (ノズル配列)

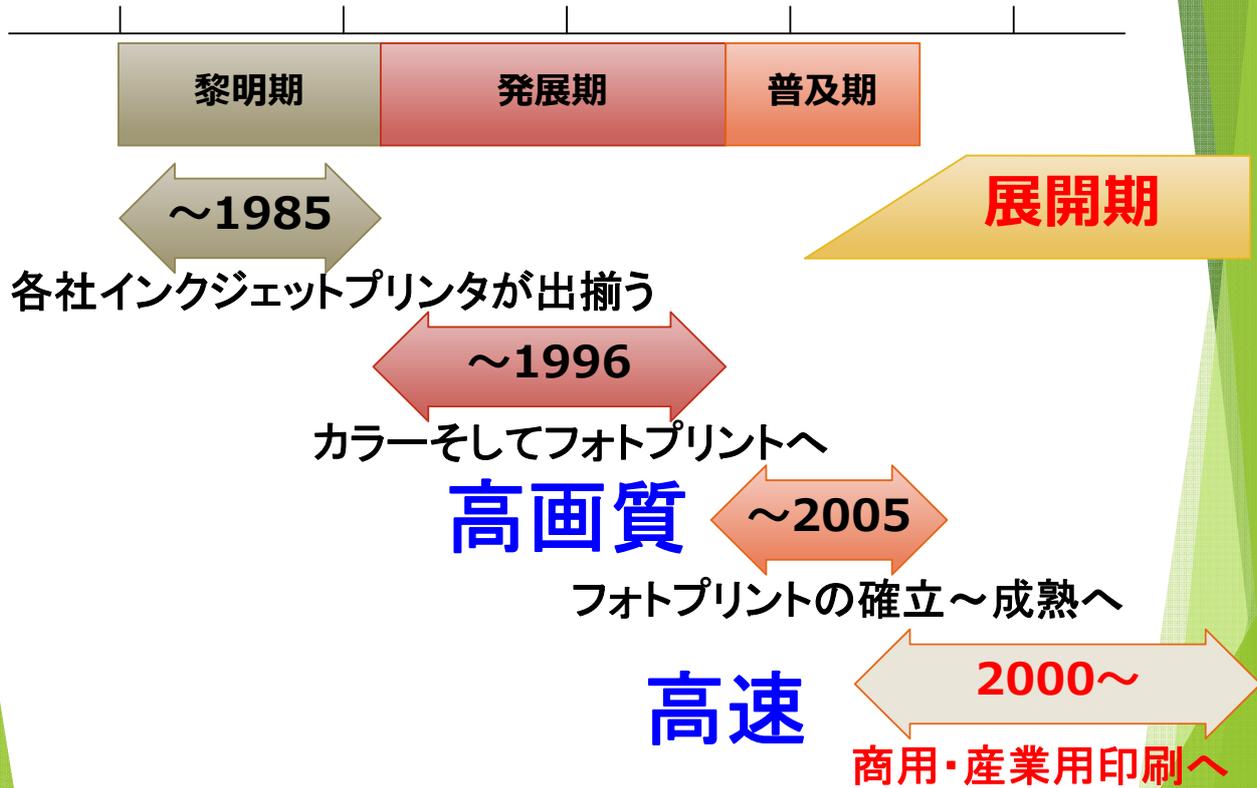


高速軽印刷プリンター理想科学 ORPHIS HC5000

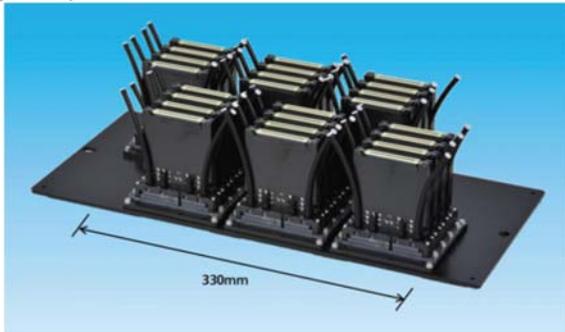
IJラインヘッドを組み込んだ高速プリンタ(2003年10月14日発表)

- 理想科学とオリンパスの共同開発
- 毎分105枚
- 価格 3,370,000円
- 東芝テックのヘッド





| 特徴 | 長所 | 短所 |
|-----------------|---|--|
| 液体 | <ul style="list-style-type: none"> 多様な機能材料 基材内部に浸透 真空など特殊環境が不要 省エネルギー | <ul style="list-style-type: none"> パターンが不定形 (合体, 流動) 基材の影響 (浸透, 濡れ広がり) 乾燥が必要 高品位 (高価) なインク |
| 噴射 液滴 非接触 | <ul style="list-style-type: none"> 多様な基材 (凹凸, 3D, ソフト) 高速 低メンテナンスコスト | <ul style="list-style-type: none"> 低粘度インク 薄いパターン ノズル目詰まり 気流の影響 ノズル毎のばらつき ミスト |
| 材料付加 | <ul style="list-style-type: none"> 省材料 低環境インパクト | |
| デジタル | <ul style="list-style-type: none"> マスクレス オンデマンド・バリアブル 一定, 均一 調整・制御 | |
| スケラブル | <ul style="list-style-type: none"> 描画面積 インク滴量 高速 (ノズル数) ・高生産性 インク量制御 | |



京セラ KJ4
300dpi, 2656ノズル, 108mm

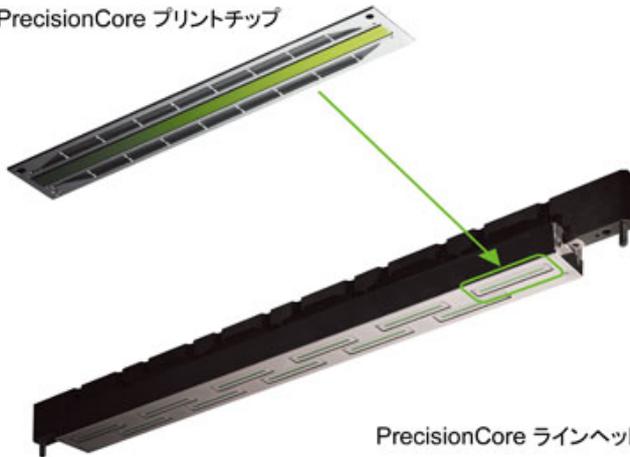


Panasonic UH-HA800
360dpi, 800ノズル, 56.3mm



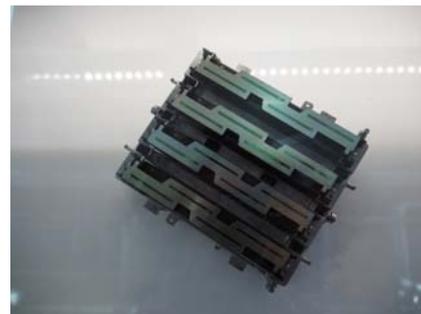
コニカミノルタ KM1024
360dpi, 1024ノズル, 70.5mm

PrecisionCore プリントチップ



PrecisionCore ラインヘッド

<http://www.epson.jp/osirase/2013/130925.htm>



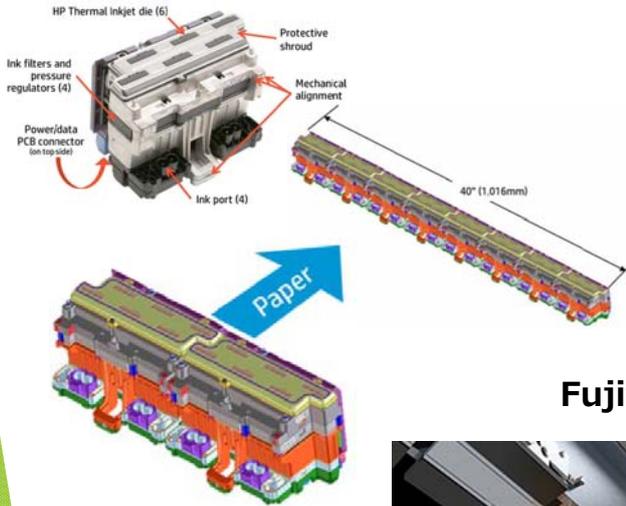
4 inch heads for ColorWorks



13" line head
for SurePress L-6034

HP PageWide XLシリーズ

http://www.hp.com/hpinfo/newsroom/press_kits/2014/DesignjetProduction2014/PageWide.pdf



Xaar 5601

- 5600 nozzles
- 3 pl for 1200 dpi

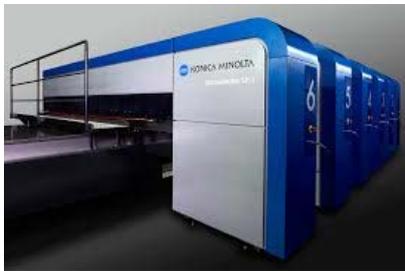


Fujifilm Dimatix Samba G3L



[高速]
シングルパス
インクジェットプリンター

KONICA MINOLTA
Nassenger SP-1



FUJIFILM Jetpress 720S



SCREEN Truepress Jet 520HD



RICOH
Pro VC60000

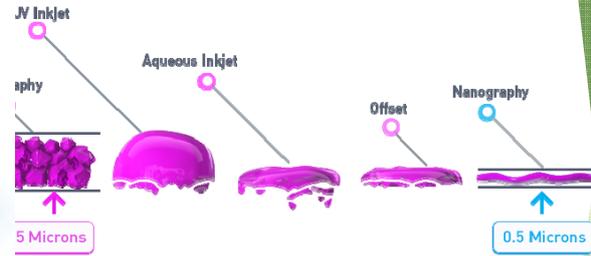


HEIDELBERG
Primefire 106





Landa



Canon Voyager

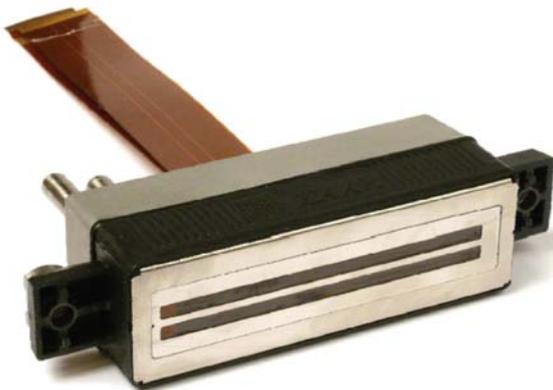


Figure 3. The Xaar1001 printhead with two rows of actuators provides 1000 active nozzles at 360 dpi effective nozzle pitch.

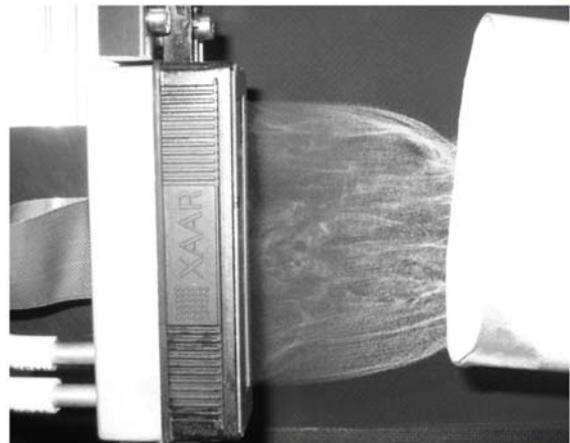
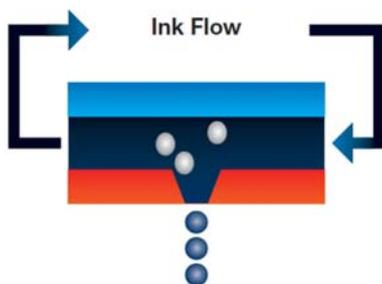


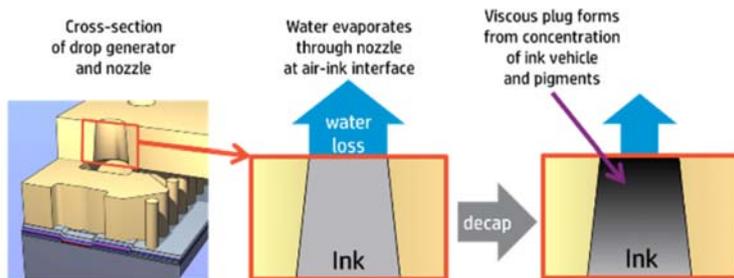
Figure 8. A Xaar1001 printhead in 'skyscraper mode' during a long print run. Printing is performed into an exhaust while printouts are produced in intervals of two or four minutes

| メーカー | 京セラ | 東芝テック | SII Printek | 富士フイルム | | Xaar | リコー |
|--------|-------------|--------------------------|--------------|--------------------|------------------------|---|--|
| 製品名 | KJ4C-0360 | CF3 | RC1536 | SAMBA GL3 | StarFire SG1024 | Xaar 1003 | MH5421F MH5421MF |
| ノズル数 | 1568 | 1278 | 1536 | 2048 | 1024 | 1000 | 1280 |
| ノズル解像度 | 360 NPI | 600 NPI (300 NPI x 2) | 360 NPI | 1200 NPI | 400 NPI | 360 NPI | 600 NPI (300 NPI x 2色) (150 NPI x 4) |
| インク滴量 | 15 to 84 pl | 3 to 44 pl | 13 to 150 pl | 2.4 pl | 7, 10, 30, 80 pl | 6 to 42 pl 12 to 84 pl 40 to 160 pl | 7 / 14 / 21 pl |
| プリント幅 | 109 mm | 53.95 mm (2.12 in.) | 108.3 mm | 43 mm (1.7 in.) | 64.96 mm (2.55 in.) | 70.5 mm | 54.1 mm |

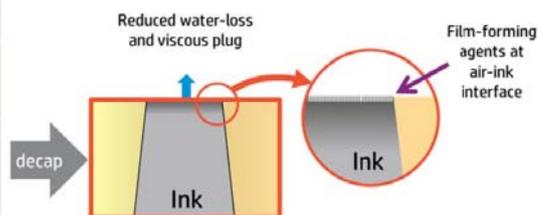
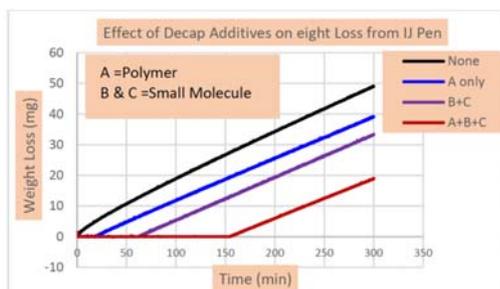


<http://www.kyocera.co.jp/prdct/printing-devices/inkjet-printheads/>
<https://www.toshibatec.co.jp/products/inkjethead/>
<http://www.siiprintek.co.jp/products.html>
http://www.fujifilmusa.com/products/industrial_inkjet_printheads/print-products/printheads/
<http://www.xaar.com/en/products>
<http://industry.rioh.com/inkjetcomponents/mh/>

ノズル目詰まり対応 HP PageWide XL Printer



界面に膜を形成し、水分蒸発を抑制する新顔料インク

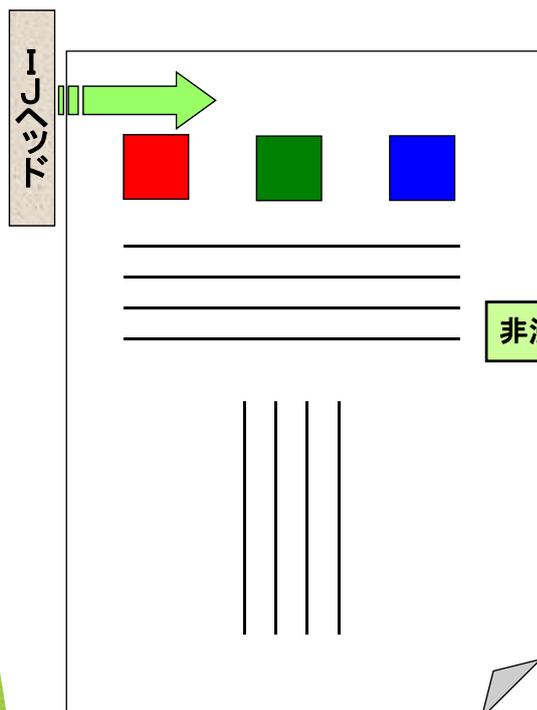
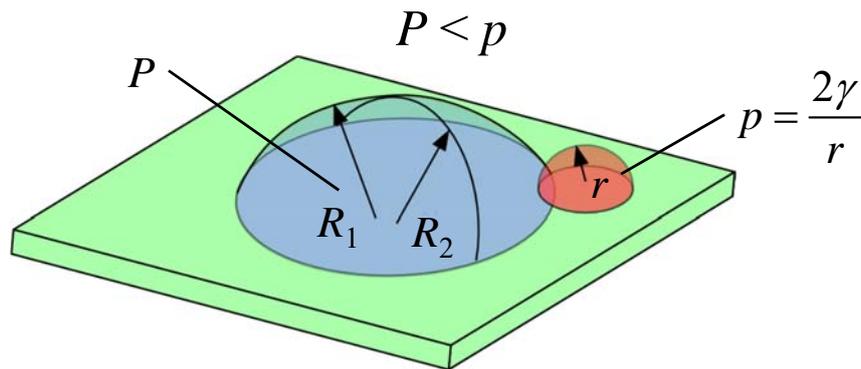


◆ 液滴内の流動

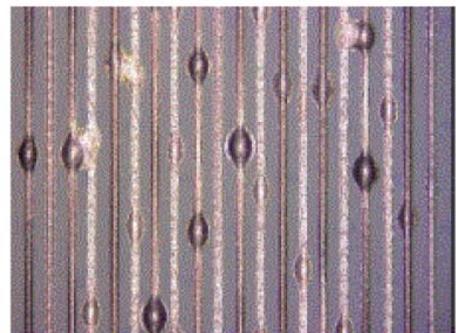
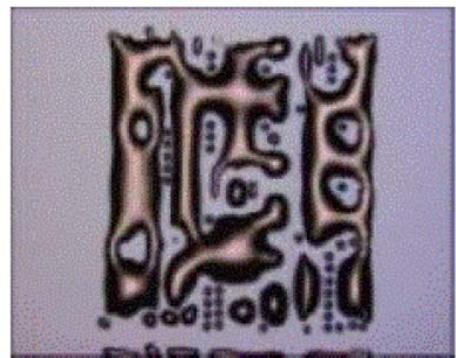
- ・ 表面張力によるラプラス圧力が液体パターン内の流動の駆動源となる
- ・ ラプラス圧力がどこでも同じになると流動が停止する

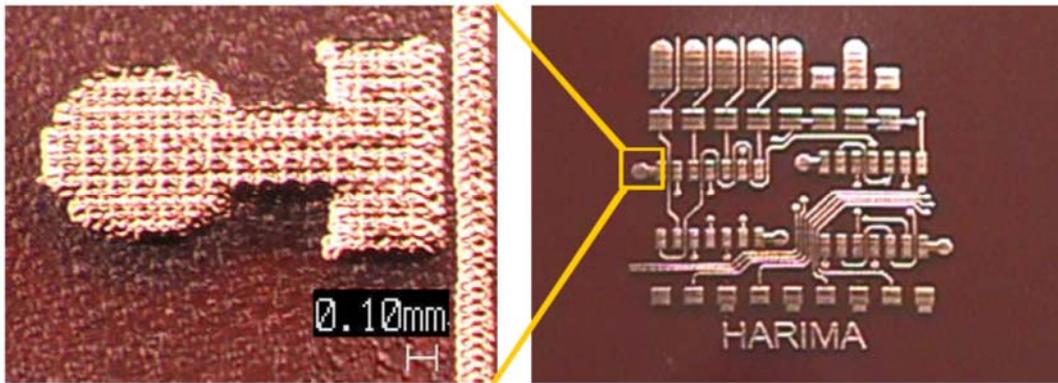
$$\text{ラプラス圧力: } P = \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

γ は表面張力

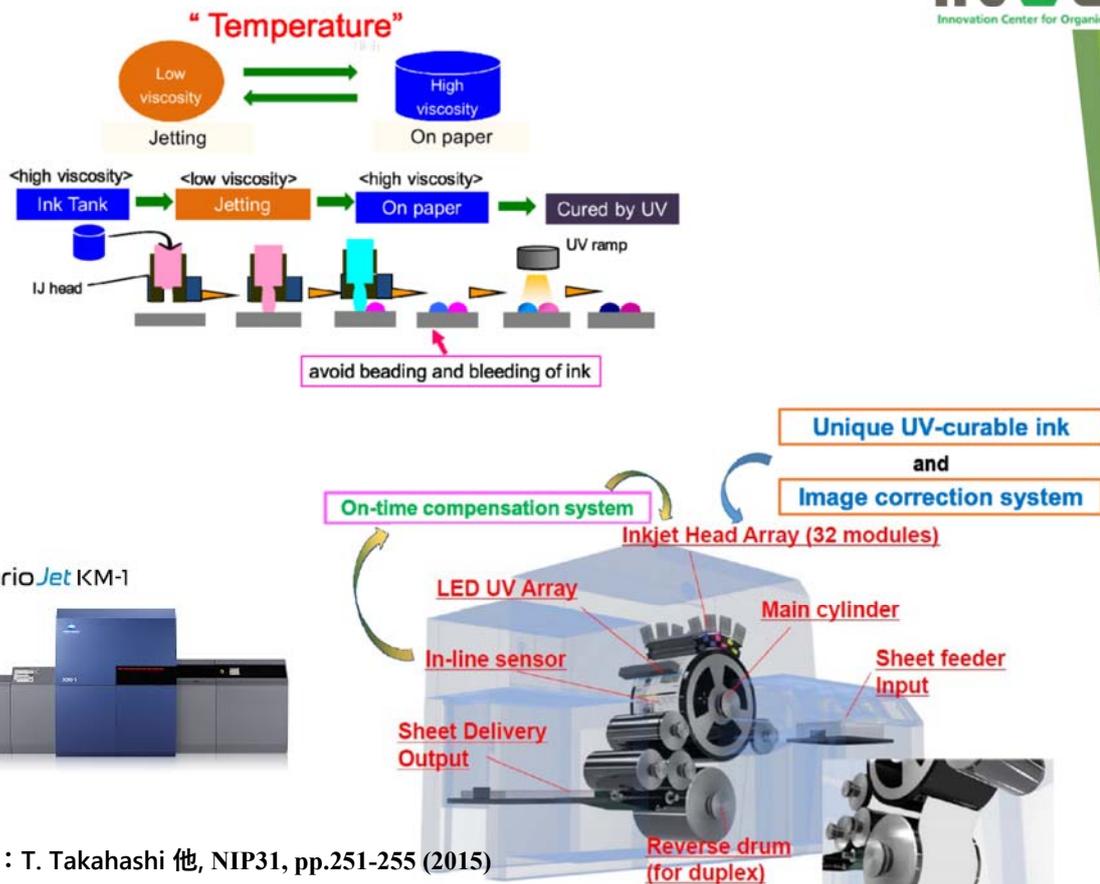


非浸透性基板では





Pattern formation of copper NanoPaste® by ink-jet
Nobuto Terada; Harima Chemicals Inc., IS&T DF2008 (2008)

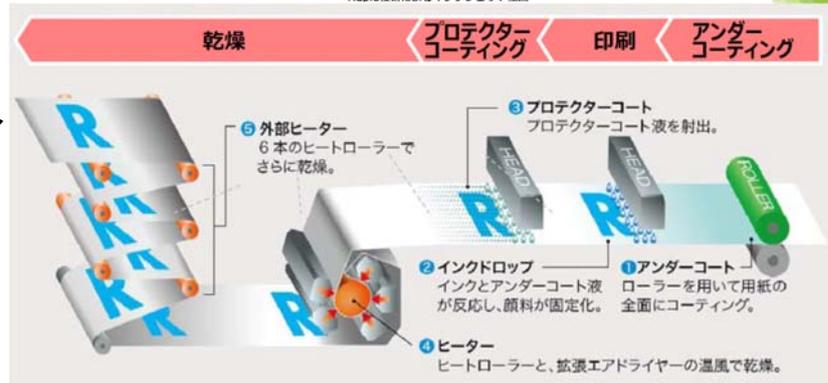


出展：T. Takahashi 他, NIP31, pp.251-255 (2015)

富士フィルム『Jet Press 720S』のRapic技術を応用し、にじみのないクリアな画像再現を実現（独自のプレコンディショナーをメディアに下塗りすることで顔料を凝集・定着） 2016年6月2日
http://ffgs.fujifilm.co.jp/information/articlein_201602_01.html

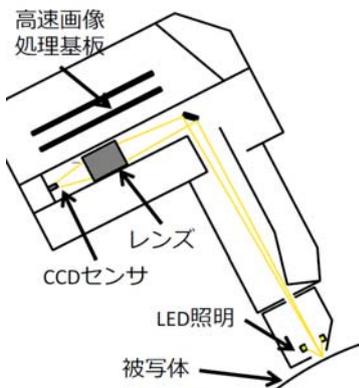


リコー『Pro VC60000』アンダーコートでオフセットコート紙への対応
 永沢 理,
 日本画像学会
 2017年度第1回技術研究会(通算第131回)

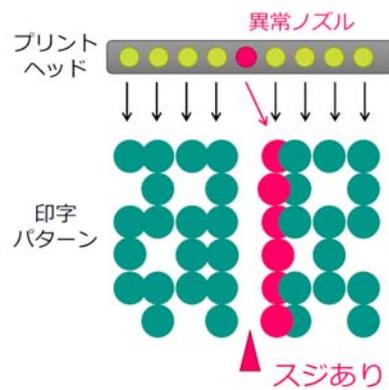


富士フィルム『Jet Press 720S』

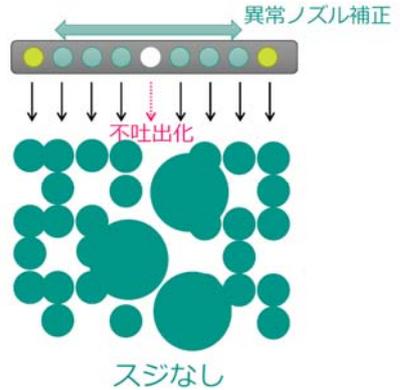
インラインセンサ概略図



異常ノズル補正なし

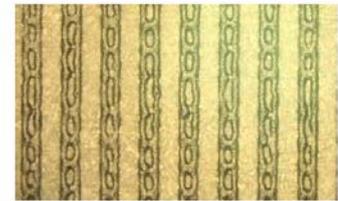
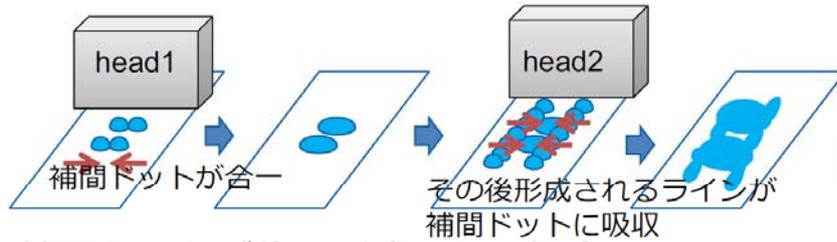


異常ノズル補正あり



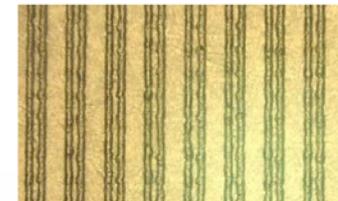
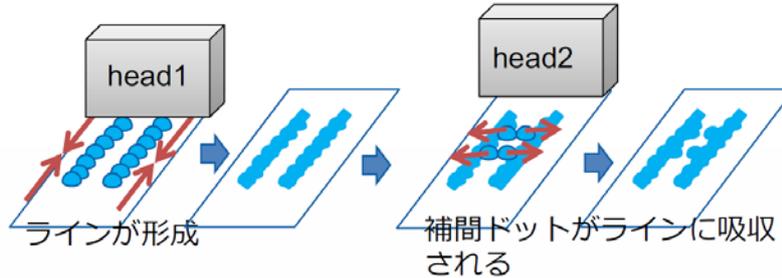
KM-1の高画質化技術 インクに適したスジ補正技術

補間ドットが先に形成される場合



スジが補間ドットで補正

補間ドットが後に形成される場合



補間ドットが吸収されスジが補正できず

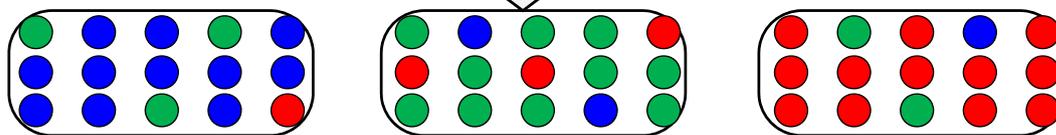
水谷 敏幸, 日本画像学会2017年度第1回技術研究会(通算第131回)

有機ELテレビのムラ補正

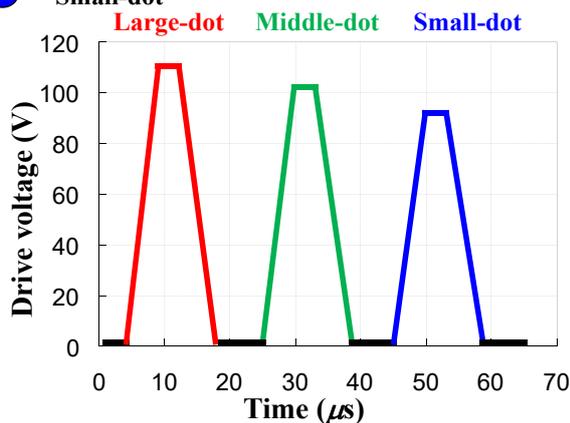
Inkjet head



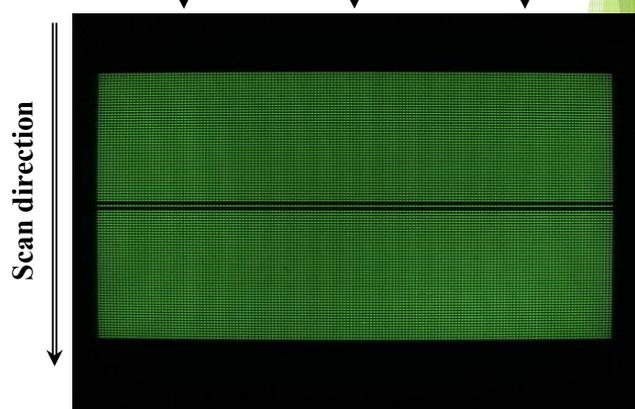
Pixel Opening



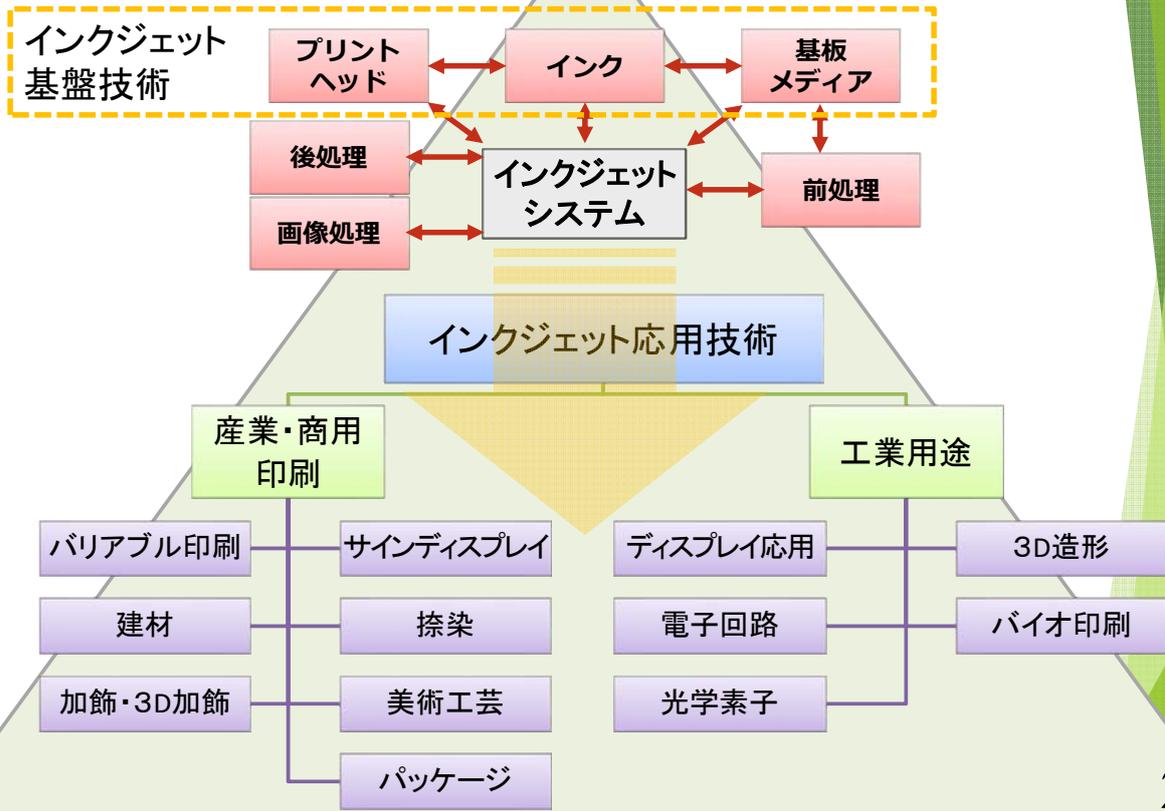
- Large-dot
- Middle-dot
- Small-dot



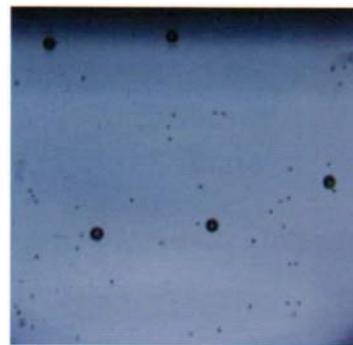
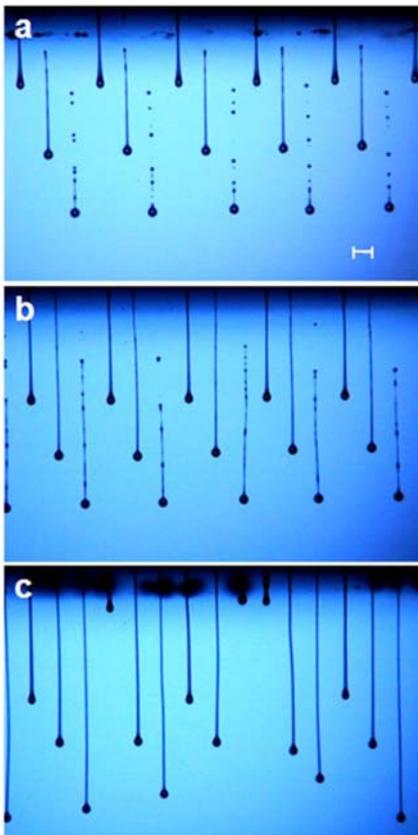
1st swath 2nd swath 3rd swath



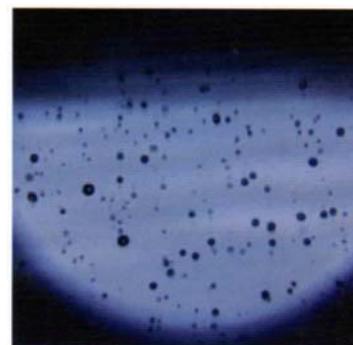
インクジェット技術領域



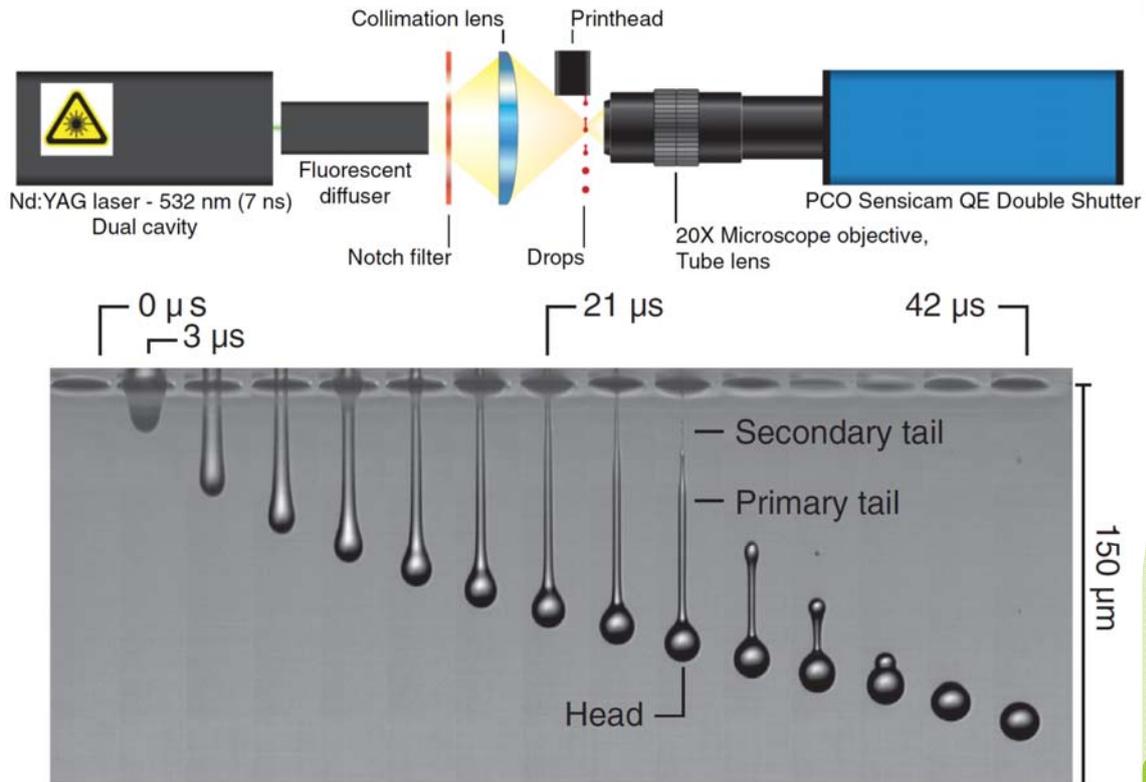
吐出不良とインク



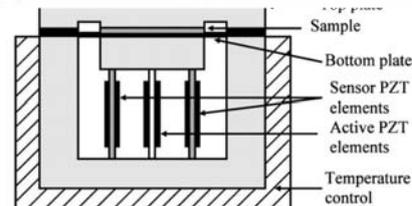
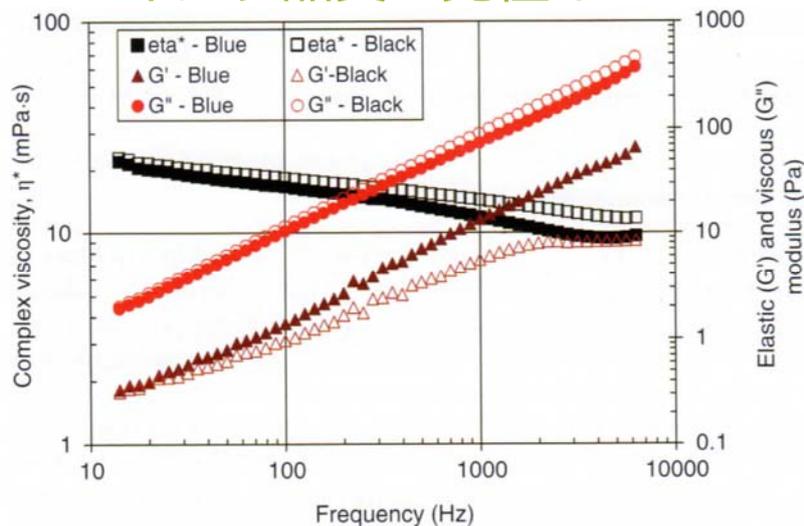
Batch 1



Batch 2



出展 : Arjan van der Bos, et. Al., PHYSICAL REVIEW APPLIED 1, 014004 (2014)

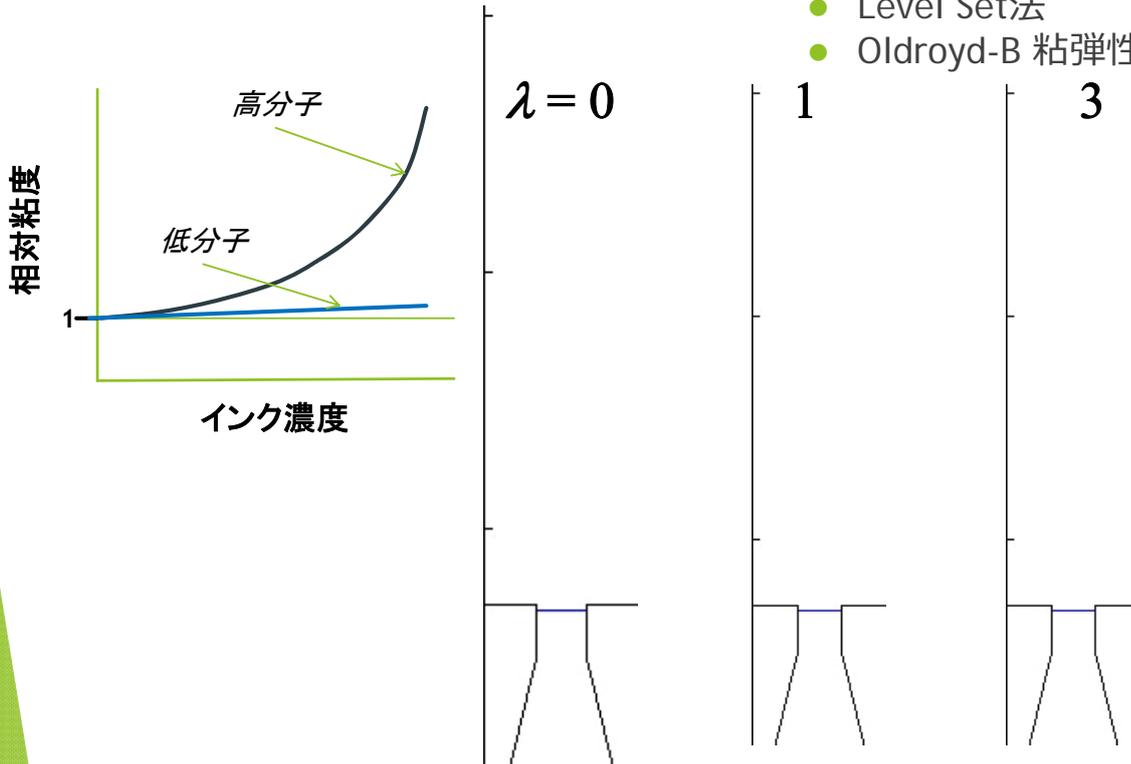


PAV : dynamic squeeze flow rheometer

Handbook of Industrial Inkjet Printing, vol. 1, pp.418, Wiley-VCH (2017)

弾性によりノズル外で液滴が引き戻される

- Level Set法
- Oldroyd-B 粘弾性モデル



- Lagrangian finite element method

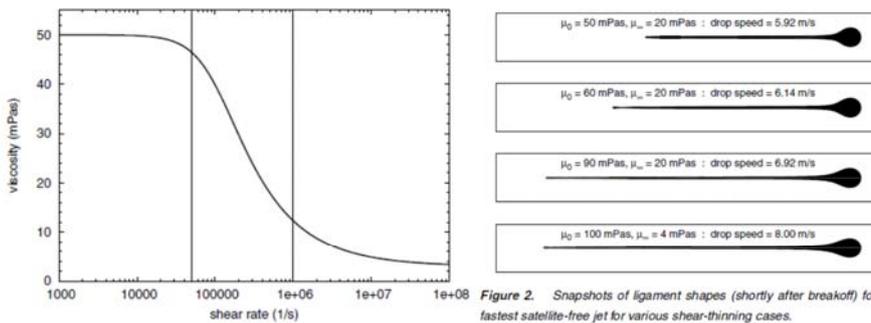


Figure 1. The viscosity function $\mu(\dot{\gamma})$ for $\mu_0 = 50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, $\mu_\infty = 3 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, $\dot{\gamma}_0 = 10^5 \text{ s}^{-1}$ and $n = 0.3$.

- 非ニュートン性流体モデル
 - Shear thinning
 - 粘弾性 (FENE-CR model)
- サテライトの発生しない条件の探索

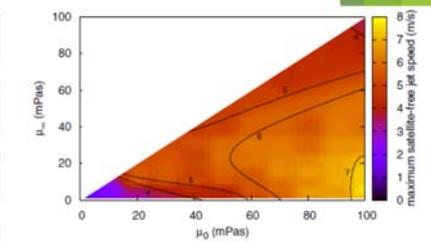


Figure 3. Contour plot of maximum satellite-free jet speed plotted against the zero-shear-rate, μ_0 , and high-shear-rate, μ_∞ , viscosities. The diagonal line $\mu_\infty = \mu_0$ corresponds to Newtonian fluids

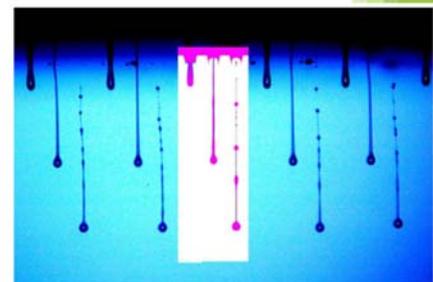
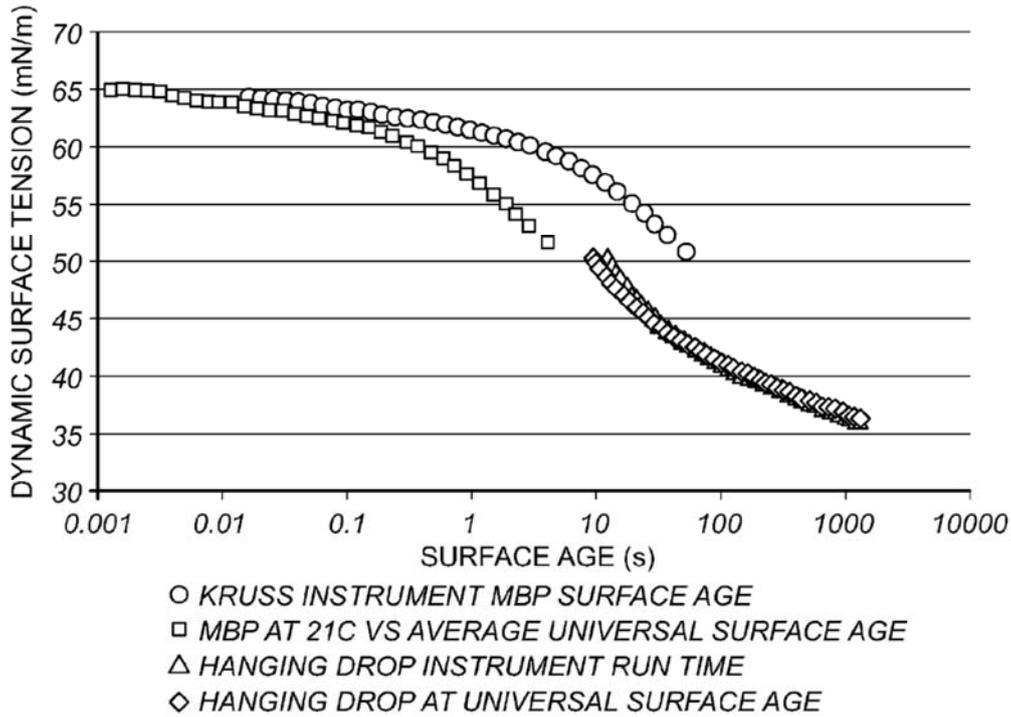
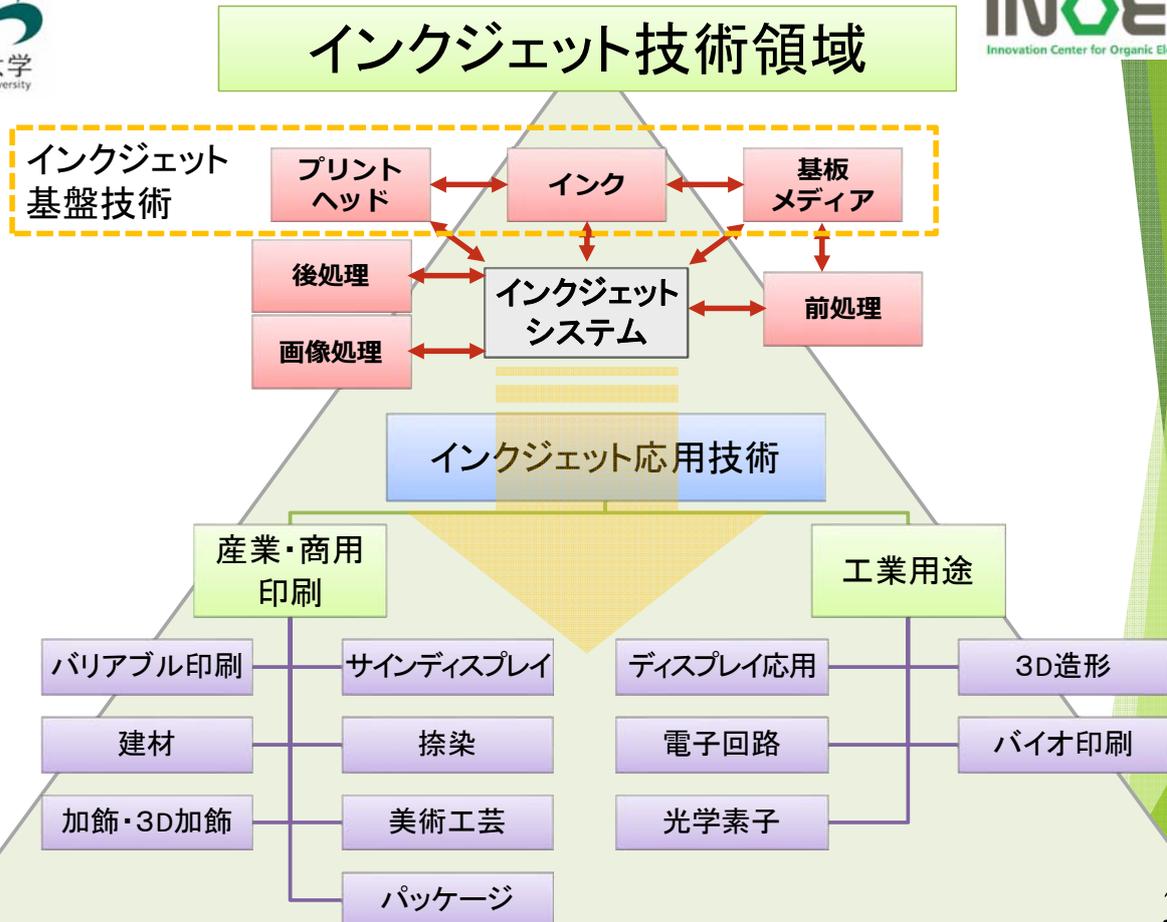


Figure 4. Image showing the jetting of a 1000ppm solution of monodisperse polystyrene ($M_w = 210 \text{ KDa}$ in diethyl-diethyl-phthalate) in a Xaar XiJ126-200 printhead. Insert shows the simulations at the corresponding times.



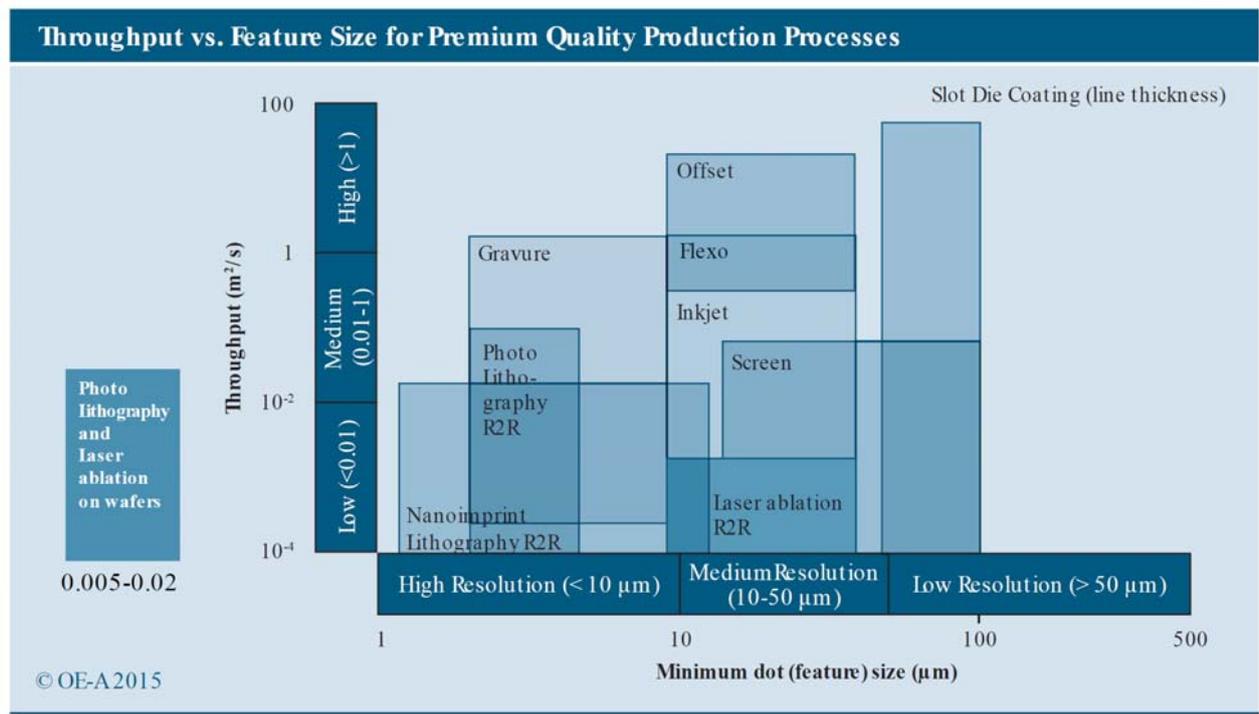
米国特許公報 US8690308



Points of success

- ▶ Worth much more than other methods
- ▶ Provide new value as a device product

| Process Characteristics | Value | Methods | | |
|-------------------------|----------------------------|---------|-------------------|-----------------|
| | | Inkjet | Photo lithography | Screen Printing |
| Non-Contact | Soft and flexible 3D | Yes | No | No |
| Scalable | Large area | Yes | Yes | Yes |
| Additive | Resource / material saving | Yes | No | Yes |
| Digital, Mask-less | On-demand Tailor-made | Yes | No | No |



| Method | Resolution μm | Max thickness μm | Viscosity cps | Speed m/min |
|----------------|------------------|---------------------|------------------|----------------|
| Offset | 10 | 5 | 20,000~100,000 | 20 |
| Gravure | 30 | 20 | 50~200 | 50 |
| Flexo | 30 | 20 | 50~200 | 10 |
| Screen | 20 | 200 | 10~100,000 | <10 |
| Inkjet | 30 | 1 | <20 | <1 |
| Gravure offset | 20 | 3 | 2,000~10,000 | <10 |

歴史的背景

- ・1970年代より多くの日本企業がインクジェットプリンターを開発
- ・2000年頃までに家庭、オフィス用プリンターで技術・事業確立

市場的背景

- ・2000年以降インクジェットの応用が拡大
- ・SOHO印刷からプロダクション印刷へ
- ・グラフィクス用途から非グラフィクス用途へ

技術的背景

- ・装置の大型化，産業用途化による高信頼性の要求
- ・インクの高機能化への対応
- ・インクのレオロジー的特性の影響増大

国内外情勢

- ・企業内ノウハウとして閉鎖的な技術
- ・大学研究拠点不在による理論化・体系化の不足
- ・欧米のオープンイノベーションに対し，非効率，新規応用開拓の遅れ



インクジェット技術オープンイノベーションの必要性
新開発・新用途開拓・新規事業開拓の効率化・迅速化

インクジェット開発センター 組織的位置づけ



山形大学

有機エレクトロニクスイノベーションセンター
(応用・開発・事業化推進・標準化)

インクジェット開発センター

インクジェット
コンソーシアム
(YU-IJC)

インクジェット
研究会
(YU-IJWG)

個別型
産学連携

基礎研究
応用研究
標準化
人材育成



場所: 建設中の有機材料システム事業化開発センター
(仮称・2018年3月完成)内

有機材料システム研究推進本部





場所：山形大学
有機材料システム事業化開発センター内
(2018年3月完成 産学官連携での開発・事業化推進施設)
米沢駅 東側徒歩 約15分



有機エレクトロニクス
イノベーションセンター
北に隣接

実験室 100平米
オフィス 20平米



有機エレクトロニクス
イノベーションセンター



蓄電デバイス
開発センター



スマート
未来ハウス



<YU-IJC-2018-1>

新規機能・性能を有するインクジェットヘッドの開発

2018-1-A: 高粘度インク用インクジェットヘッドの開発

2018-1-B: 超小型インクジェットヘッドの開発

<YU-IJC-2018-2 >

インクレオロジーと吐出特性の解析

2018-2-A: インクレオロジー物性計測装置の開発

2018-2-B: インクレオロジーを考慮したインクジェットシミュレーション

2018-2-C: ミスト発生、ノズル目詰まりの解析

2018-2-D: モデルレオロジーインクの開発

43

インクジェットコンソーシアム・研究会/運営体制



有機エレクトロニクスイノベーションセンター(INOEL)



INOELセンター長
高橋辰宏教授

インクジェット開発センター



センター長
酒井真理
産学連携教授

コンソーシアム (YU-IJC)

プロジェクトリーダー

テーマ 1

運営委員会

技術委員会

研究グループ

テーマ 2

運営委員会

技術委員会

研究グループ

研究会 (YU-IJWG)

運営会議

- ・主査
- ・アドバイザー
- ・幹事
- ・事務局員

会員

Thank you!
米沢でお待ちしています.