

インクジェットの基礎と今後の展開

第7回圧電MEMS研究会

2015年6月25日

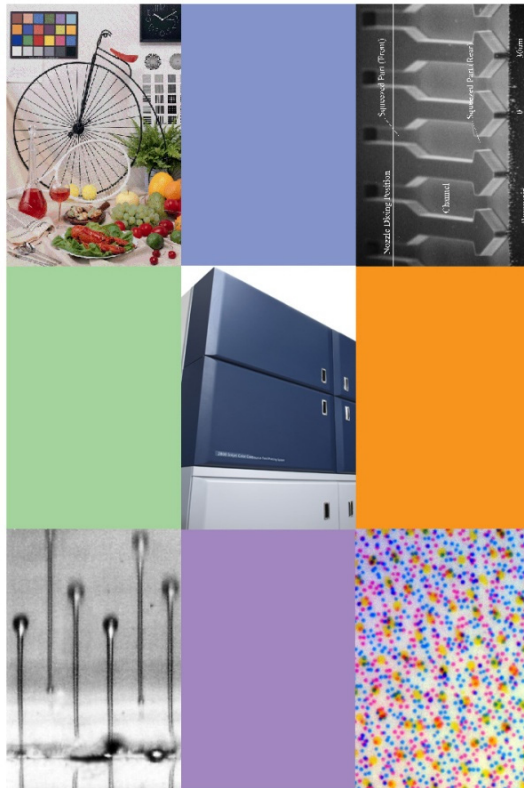


富士ゼロックス株式会社

マーキング技術研究所

藤井 雅彦

Introduction and Future Progress of Ink Jet Technology
インクジェットの基礎と今後の展開



Classification and Features of Ink Jet

1. インクジェット方式の分類と特徴

Future Progress of Ink Jet Technologies

2. インクジェット技術の進展

Expansion of Applications Using Ink Jet Technologies

3. インクジェット技術応用の拡がり

2015年6月25日

Fuji Xerox Co., Ltd. Marking Technology Laboratory
富士ゼロックス(株) マーキング技術研究所

Fujii, Masahiko
藤井 雅彦



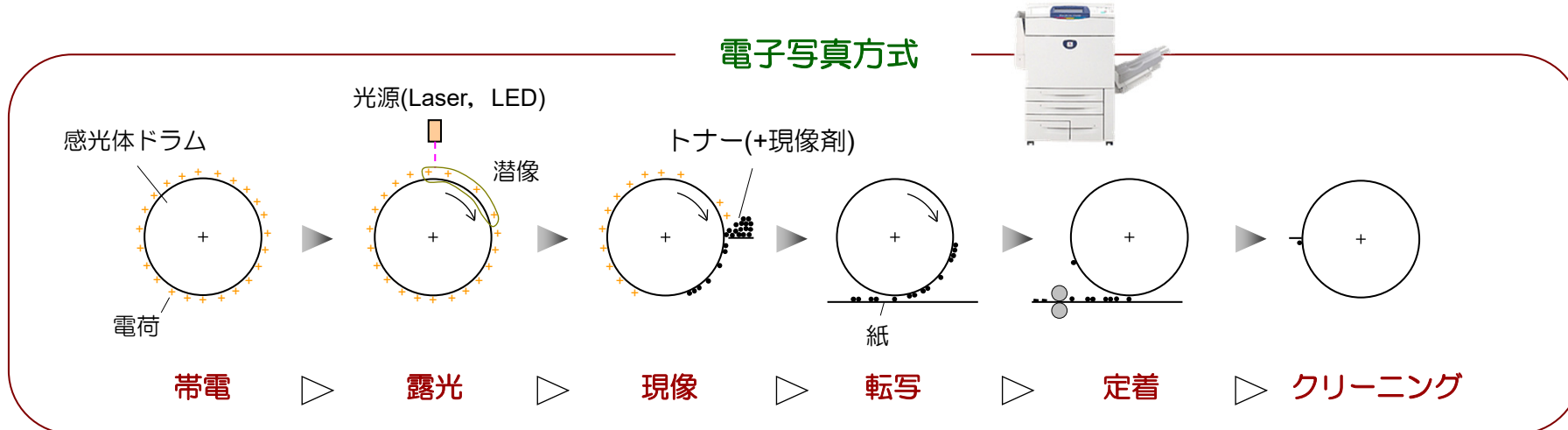
1

Classification and Features of Ink Jet

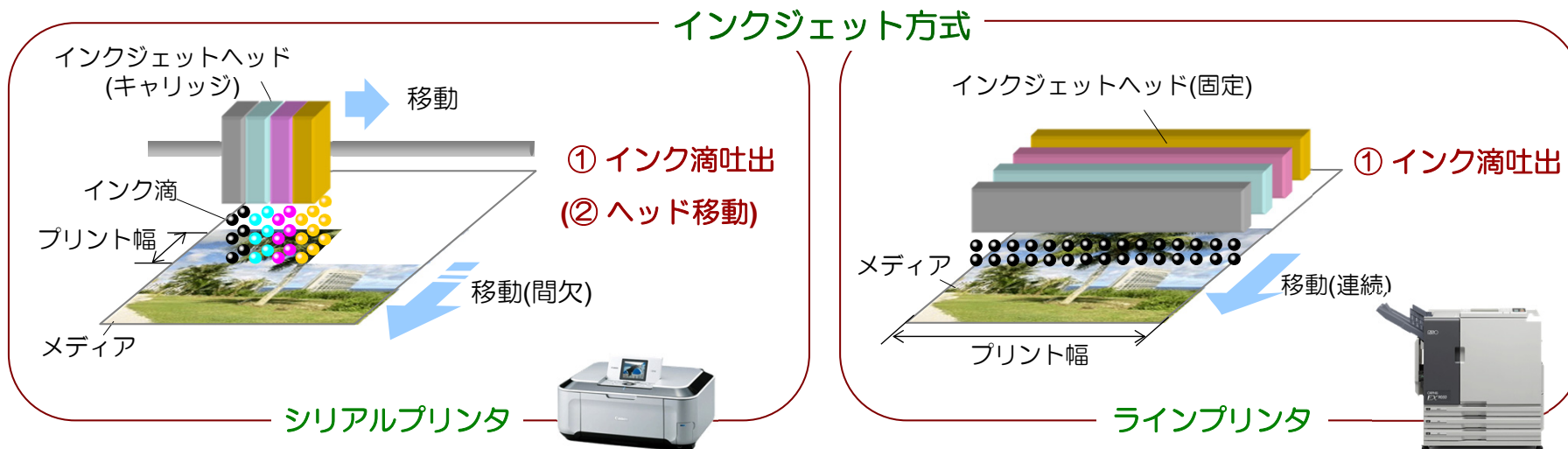
インクジェット方式の分類と特徴

1 Classification and Features of Ink Jet インクジェット方式の分類と特徴

インクジェット方式と電子写真方式



複雑なプリントプロセス ⇨ 大型化, 高コスト化, プロセス安定性(再現性, 均一性)が低い.



シンプルなプリントプロセス→小型化, 低コスト化可能.
プロセス安定性が高い.

キャリッジ機構が不要で, さらにプロセスがシンプル.
高速プリントが可能.

Q

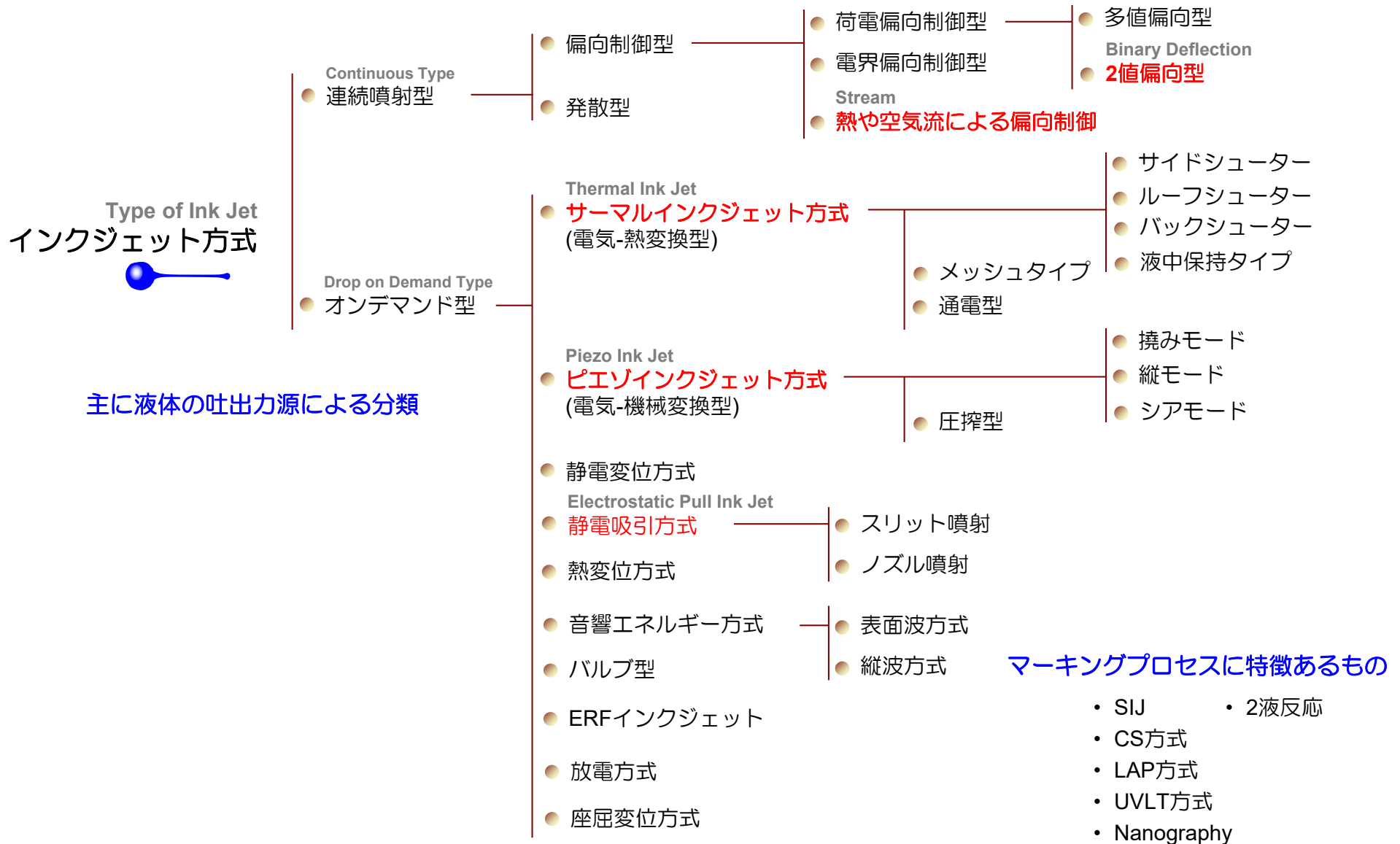
インクジェット方式の特徴は？

A

記録対象に向けてマーキング剤(インク滴)を直接吐出するので(非接触),

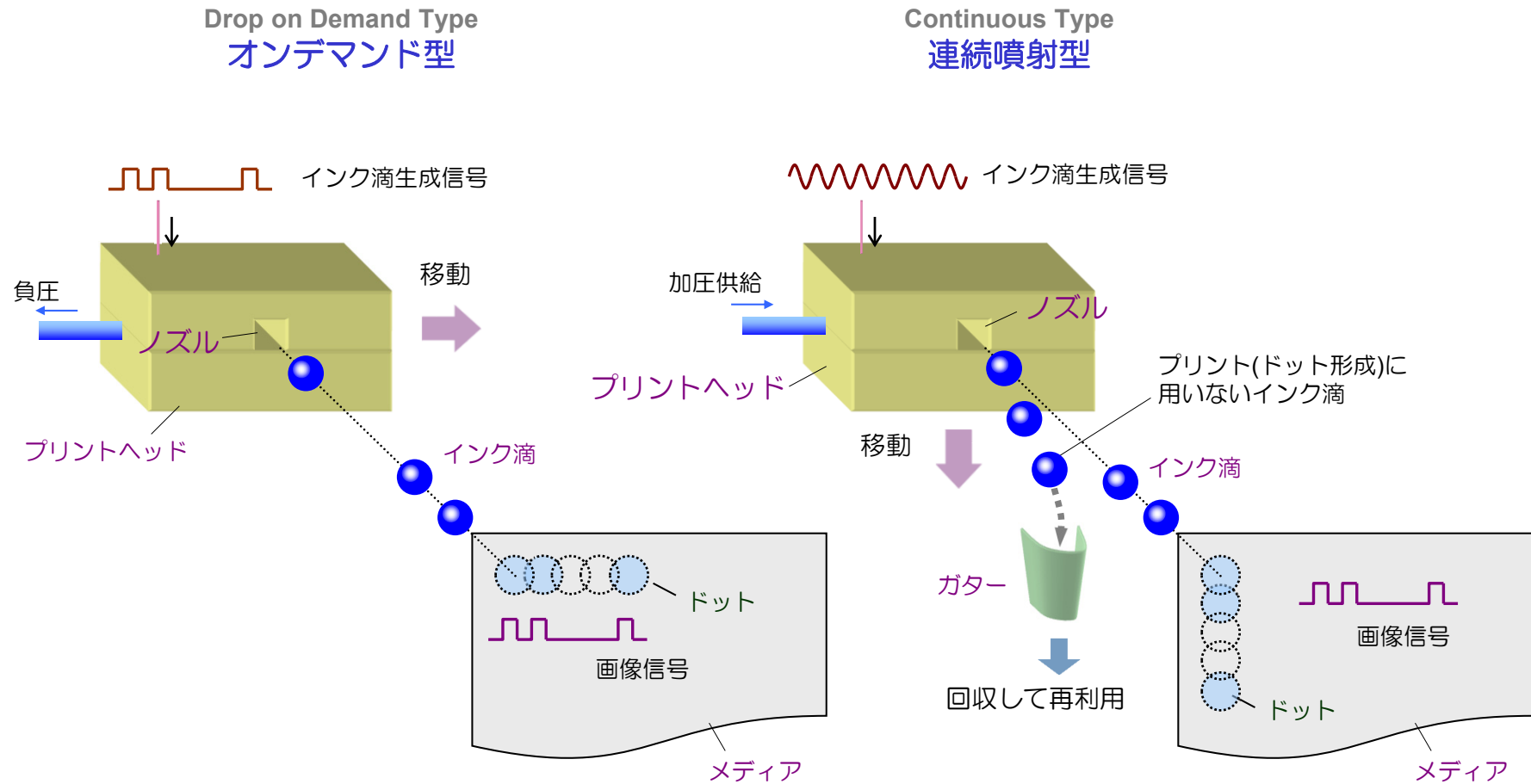
- 構成が非常に簡単で[小型, 低コスト, 高いプロセス安定性]
- プリント対象が広範囲に選べる, 大面積に対応可能(シリアルプリンタ)
- 極微量の液体移動を制御できる

インクジェット方式の分類



1 Classification and Features of Ink Jet インクジェット方式の分類と特徴

オンデマンド型と連続噴射型

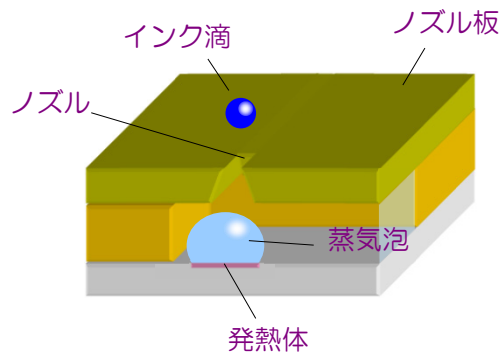


画像信号(ドットの有無)によってインク滴を噴射する。構成が非常に簡単である。パーソナル市場のインクジェットプリンタは全てオンデマンド型である。

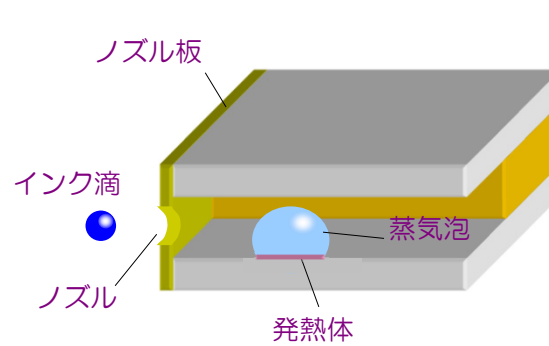
画像信号(ドットの有無)に係わらずインク滴を連続的に噴射する。ドットを形成しないインク滴は、紙に届く前に曲げられガターで回収される。曲げるための機構、インク回収機構が必要で、構成が複雑になり大型化する。特に多値偏向型では、前後滴からの静電力の影響、前滴の空気力学的影響を考慮しなければならず、制御も複雑になる。

1 Classification and Features of Ink Jet インクジェット方式の分類と特徴

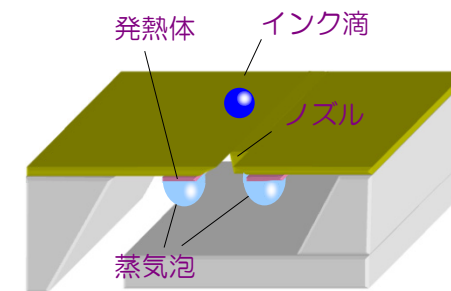
サーマルインクジェット方式(バブルジェット)



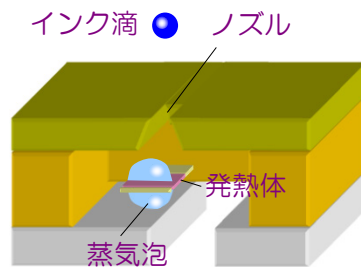
(A)
Roof Shooter
ルーフシューター
(HP/Canon/Lexmark/Kodak/Olivetti)



(B)
Side Shooter
サイドシューター
(Canon/Fuji Xerox)



(C)
Back Shooter
バックシューター
(BENQ)

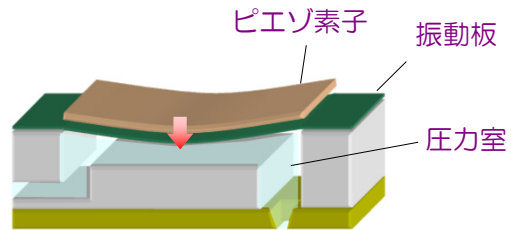


(D)
Vertical Shooter (Suspended Heater)
液中支持タイプ
(Memjet)

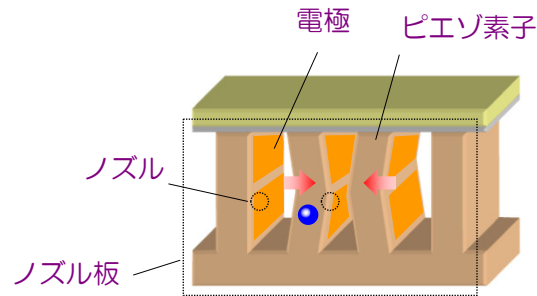
サーマルインクジェット方式とバブルジェットを別方式と記述するものがあるが、両者は同じもので、「バブルジェット」はキヤノンの登録商標である。

1 Classification and Features of Ink Jet インクジェット方式の分類と特徴

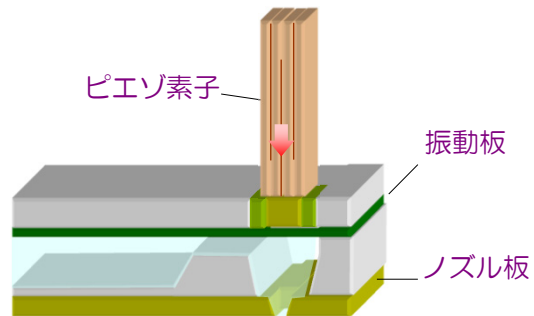
ピエゾインクジェット方式



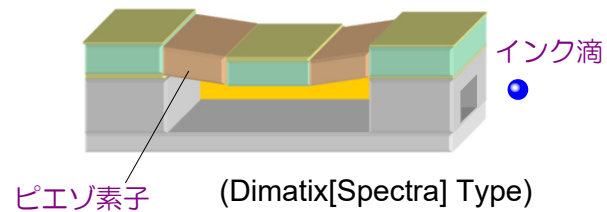
● インク滴
Bend Mode
撓みモード



(Xaar Type)
(Share Wall Type)

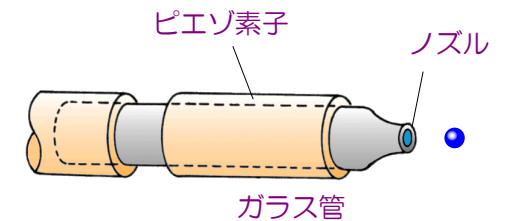


● インク滴
Push Mode
縦モード



(Dimatix[Spectra] Type)

Shear Mode
シアモード





Squeezed Type
圧搾型
(グールド型)

比較的大面積のピエゾアクチュエーターが必要なため、インラインでの高密度化は難しい。マトリクス配列や千鳥配列により、解像度を高める工夫が見られる。圧搾型は過去製品化されたが現在は見られない。

シア(Shear)モードのXaarタイプは、隣接するチャンネルで壁をShareしているため、シェアウォールタイプと呼ばれることがあるが、歪みモードはシア(Shear)である。

1 Classification and Features of Ink Jet インクジェット方式の分類と特徴

サーマルインクジェットとピエゾインクジェットの比較

特性	サーマルインクジェット(プリントヘッド) 		ピエゾインクジェット(プリントヘッド) 
寿命	Heater故障が起こる。コゲによる特性低下がある。10 ⁸ パルス(1億パルス)	<	10 ⁹ パルス(10億パルス)以上
(作製)コスト	半導体プロセスが応用できる	>	精密機械加工，組み立てが必要
サイズ	インクを吐出するためのActuator(発熱体)が小さいため，高解像度に配列できる。	>	大面積のActuator(ピエゾ)が必要であり，解像度を高めるためには複数列必要。
使用インク範囲	(バブル発生が必要であり)水性のみ。コゲを考慮した材料選択必要。高粘度は蒸気圧も低く吐出難。	<	油性インクなど，範囲は広い。高粘度にも対応できる。
ノズル解像度	ノズル，流路の作成限界まで高密度化できる。一列で800npi，2列(千鳥)で1200npiが最高。(2列1600npiの例も)	>	大きなActuatorが必要なため，1列当たりの解像度は低い(360npi)。複数列で解像度を高めている(1200npi)。Shear型は比較的高解像度化できる。
ノズル数	プリントヘッドコストやサイズの点で，有利。1280ノズル/Head	>	解像度が低いため，多ノズル化はヘッドサイズの点で不利。360ノズル/Head
駆動周波数	Bubble収縮時間，蓄熱から限界がある	<	ピエゾの応答はMHz程度までである。残留振動抑制が可能。
必要エネルギー	ムダが多い(印加工エネルギーの1/1000程度しか変換されず，残りは熱)	<	積層型はTIJと同程度必要な場合があるが，他はTIJの1/5~1/10程度
小ドロップ化	ノズル加工と信頼性で決まり，現状はほぼ同等。1plが最小。	(<)	同じドロップ量でもノズルを大きくでき，信頼性の点でやや有利。1.5plが最小。
ドロップサイズ変調	同一流路内に複数の発熱体を持つか，異なるノズル形の流路を配列する方法がある。	<	メニスカスの変位量制御ができるため，変調可能。変調範囲は約10倍

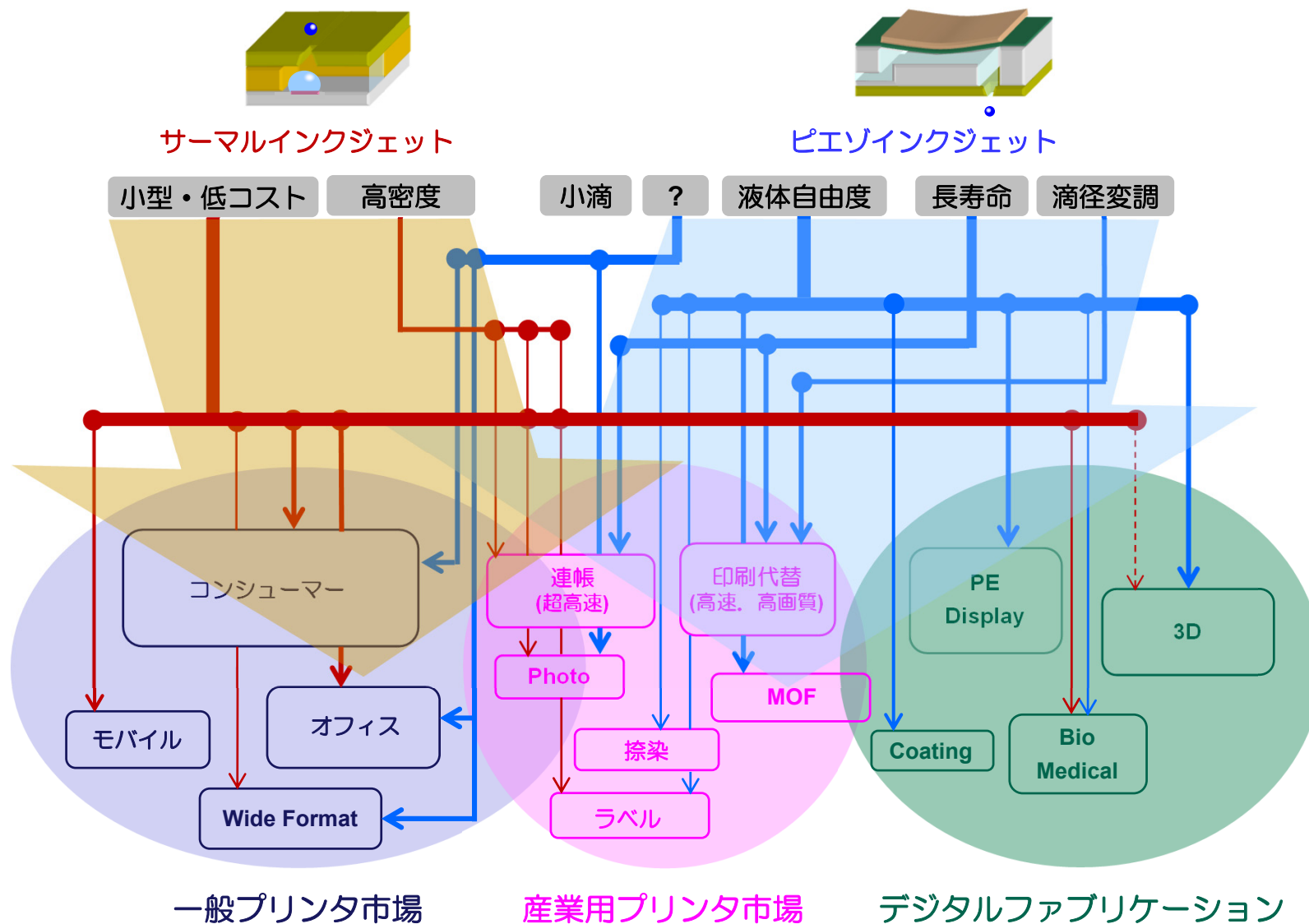


— ピエゾ/サーマルインクジェットサイズ比較例(圧力室容積)

今後のインクジェットの応用領域，アプリケーションで差が生じる

1 Classification and Features of Ink Jet インクジェット方式の分類と特徴

サーマルインクジェットとピエゾインクジェットの適用領域



1 インクジェット方式の分類と特徴

インクジェット(記録方式)とは?

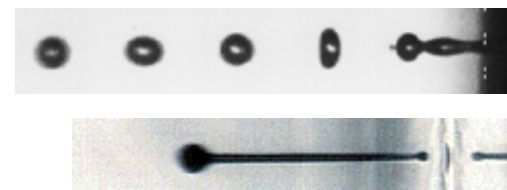
Q

インクジェット(記録方式)とは?

A

色材，機能材料を含む液体(インク)を液滴に分離し，画像信号(プリント信号)に応じ，記録対象(メディア)に向けて吐出し，色材・機能材料を対象物に付着，伝達させるマーキング方式の総称である。

「デジタルマーキング技術」としての位置付けが重要

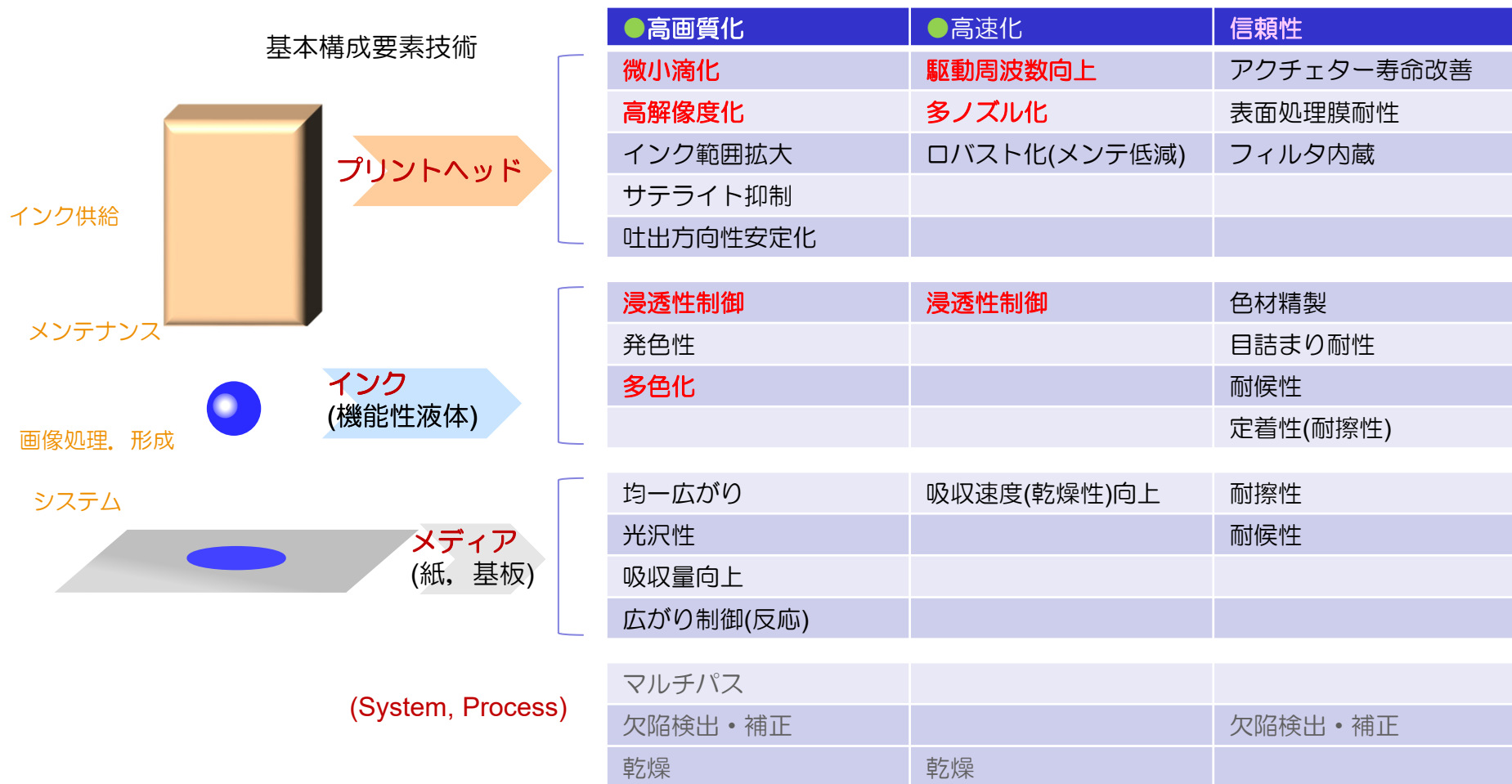


2

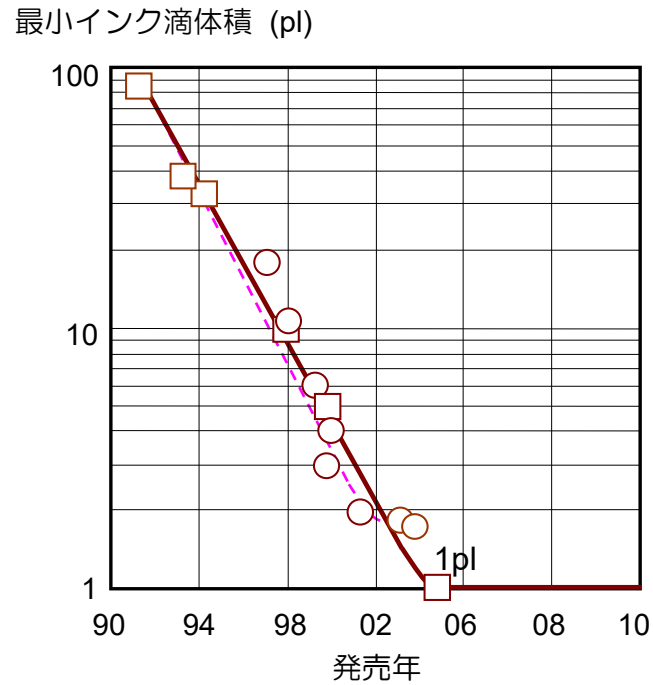
Future Progress of Ink Jet Technologies インクジェット技術の進展

基本構成要素の性能向上

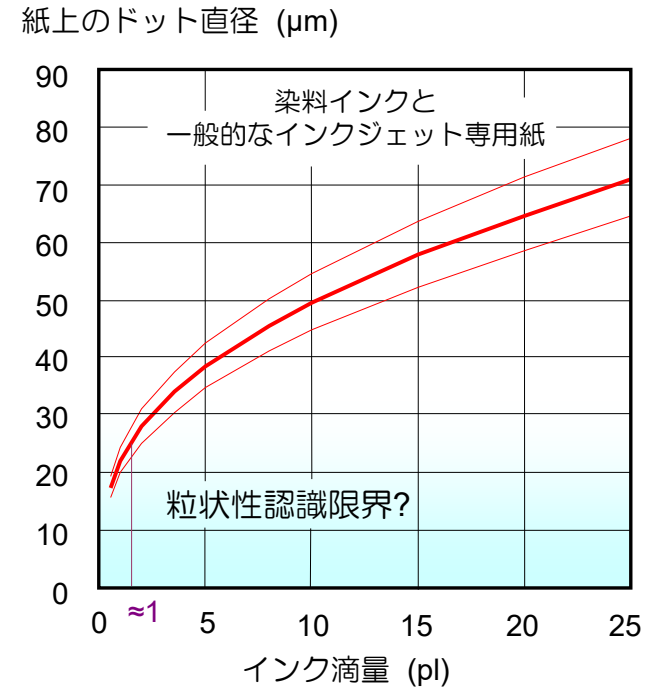
これまでのプリンタの基本性能は、**プリント画質とプリント速度**。
 これら基本性能の向上は、各基本構成要素(技術)の性能向上に支えられてきた。



高画質化：小インク滴化



インクジェットプリンタの小インク滴化傾向
 (コンシューマー向け)



インク滴量と紙上のドット径
 (Typical Case)

出典：藤井，プリントヘッド技術概論，日本画像学会 第90回技術研究会

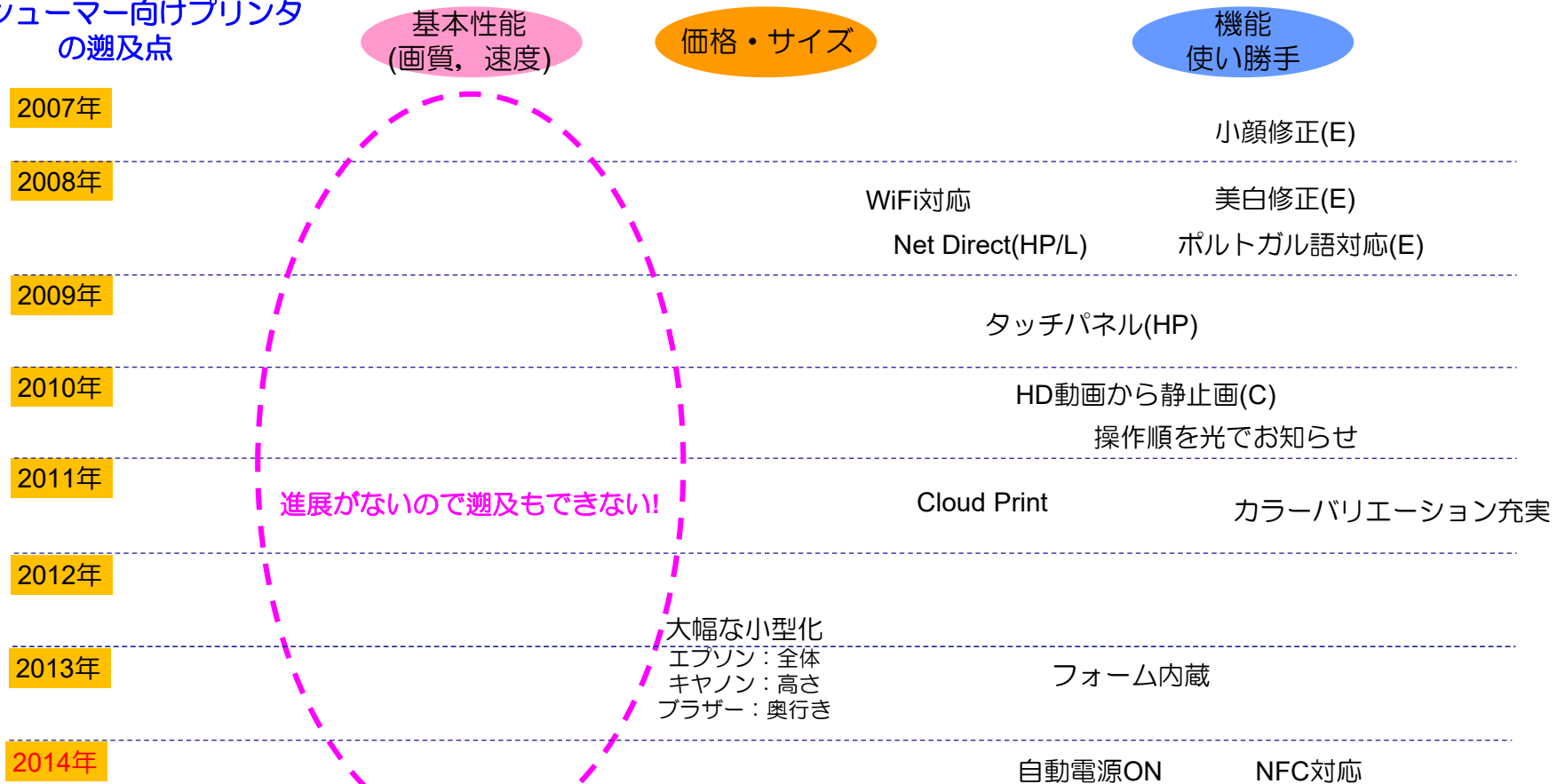
プリント速度を決める重要因子である駆動周波数，ノズル数も2005年くらいから伸びが止まっている。

コンシューマー向けプリンタの動向

✓ コンシューマー市場のプリンタ(SFP, MFP)は、2005年までは、基本性能の向上もあり、また(便利な)新規機能も追加されてきた。しかし基本性能の向上は今後も見込めない、機能も十分。

購買意欲をそそる、例えば「フチなし(2000年)」や「CD/DVDレーベルプリント(2000年)」に匹敵する機能があるか?

**コンシューマー向けプリンタ
 の遡及点**



日本国内のコンシューマ向けインクジェットプリンタ(SFP/MFP)の売り上げは2005年以降減少している。2005年とは?

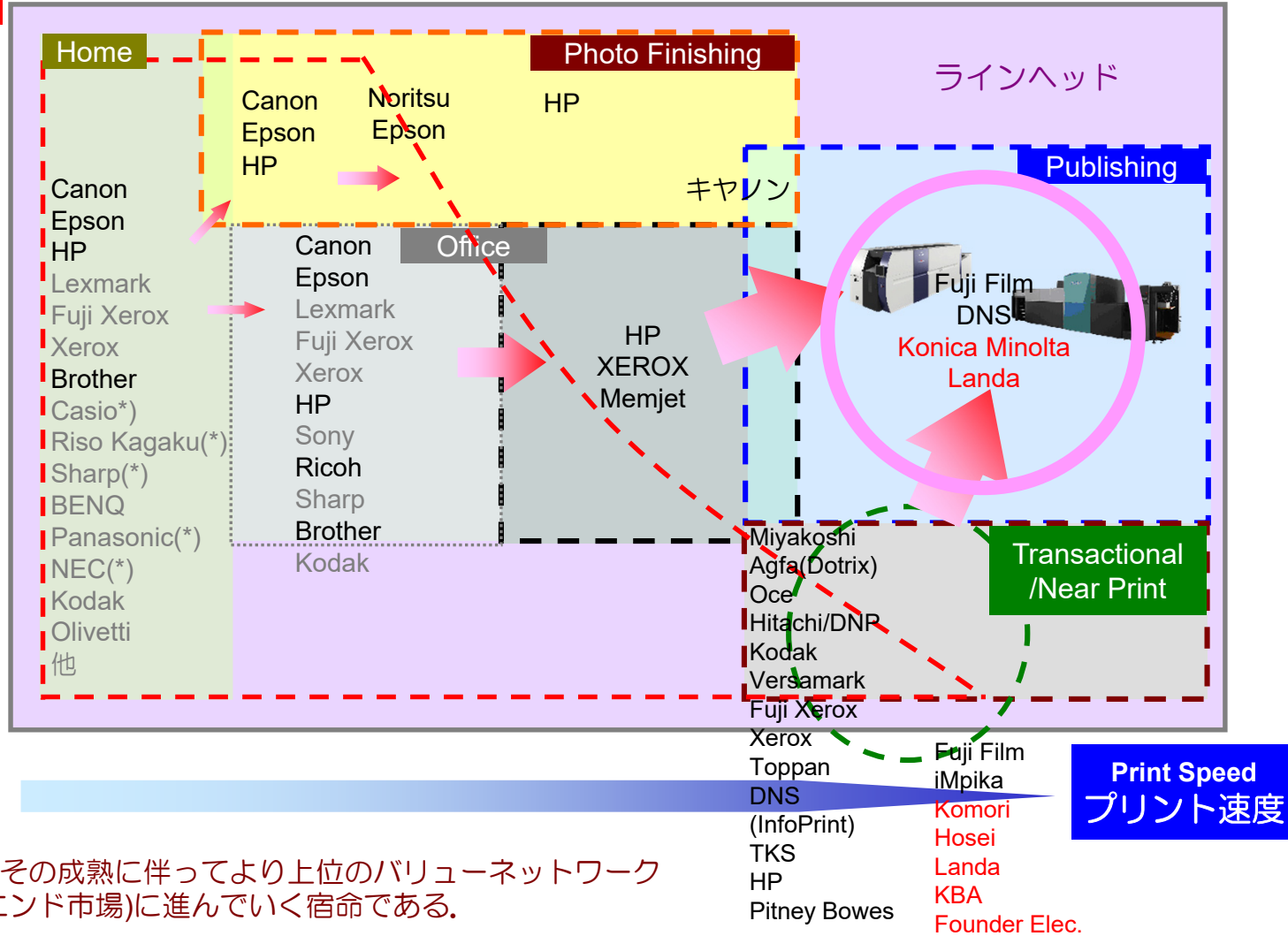
2 Future Progress of Ink Jet Technologies インクジェット技術の進展

基本性能(画質, プリント速度)による市場分類

Image Quality
画質

技術難易度?

出典：藤井，インクジェット技術入門，技術情報協会発行 (2004)

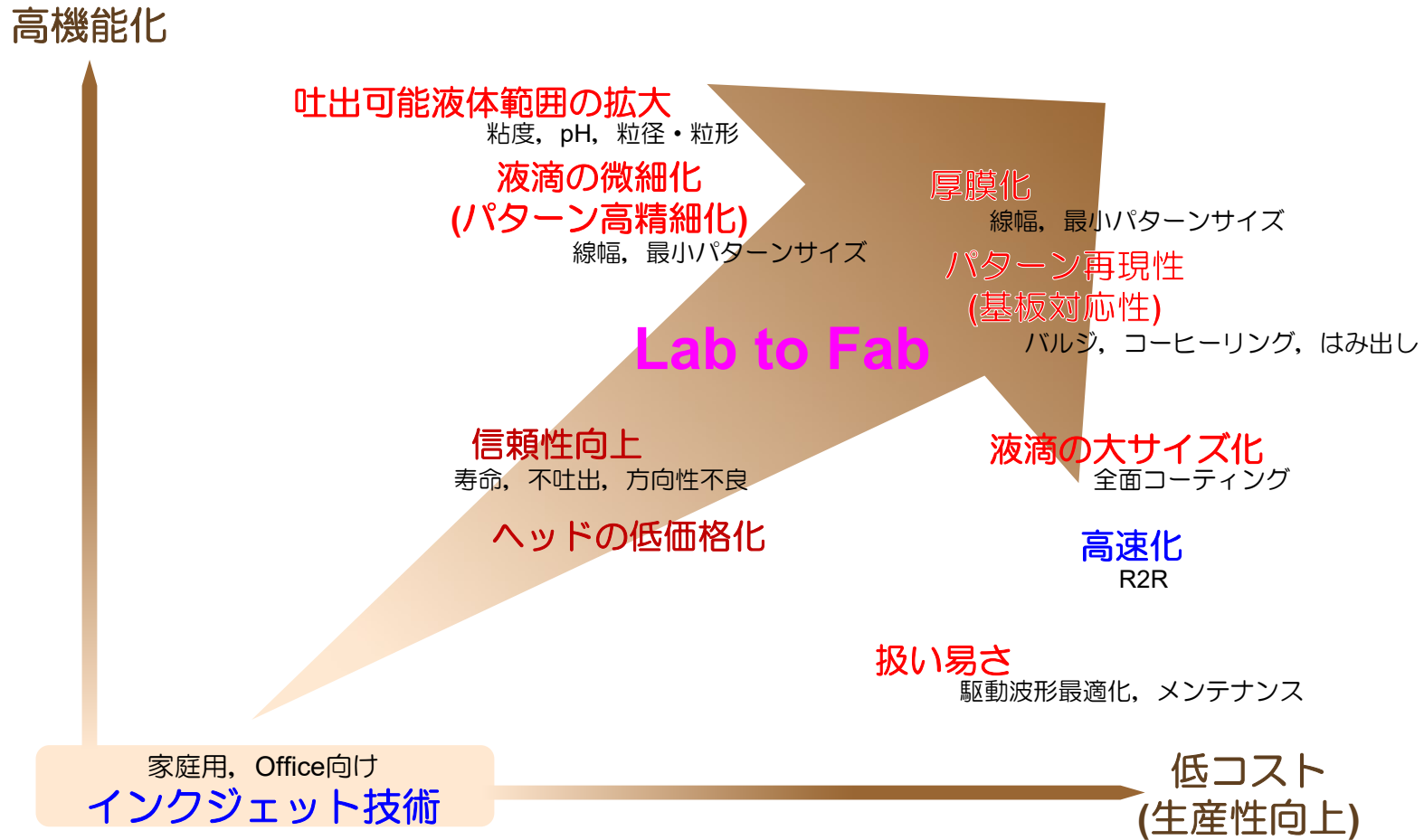


技術はその成熟に伴ってより上位のバリューネットワーク
(ハイエンド市場)に進んでいく宿命である。

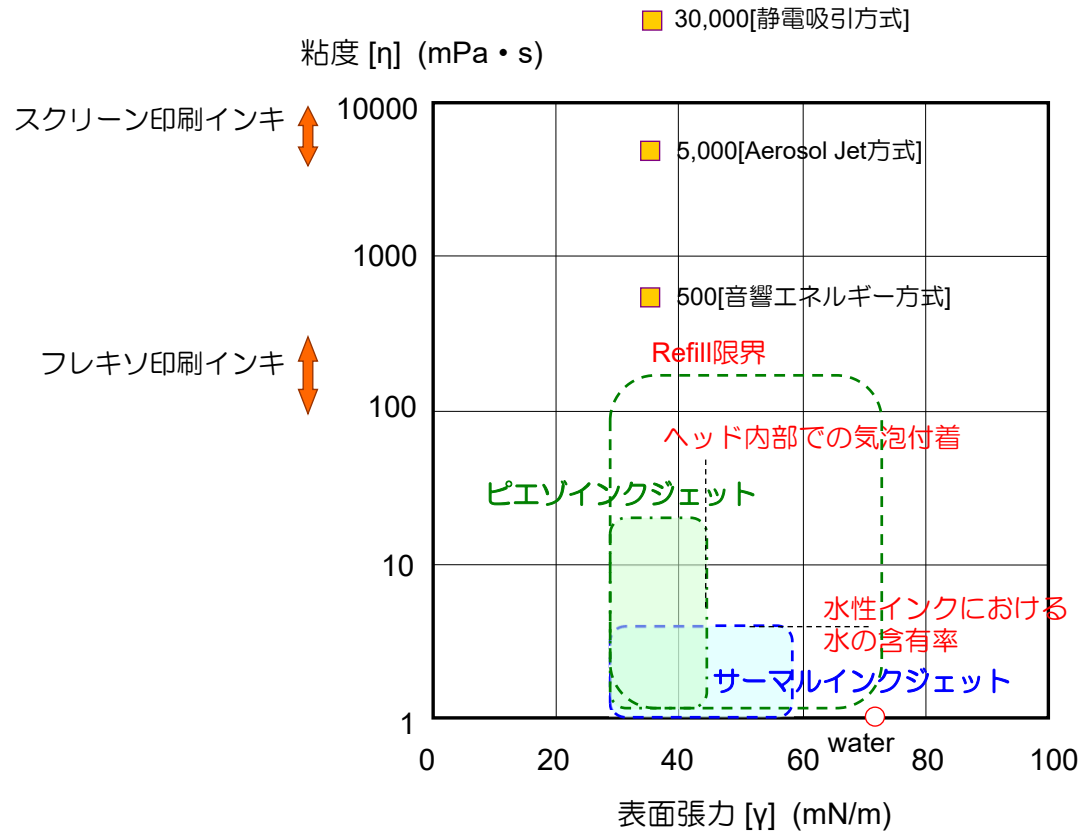
C. M. Christensen著, The Innovator's Dilemma (邦題：イノベーションのジレンマ) (2001)

進化軸を変えて新規市場，応用へ

デジタルファブ리케이션(インクジェット技術によるものづくり)では、
求められる性能軸が変わる。

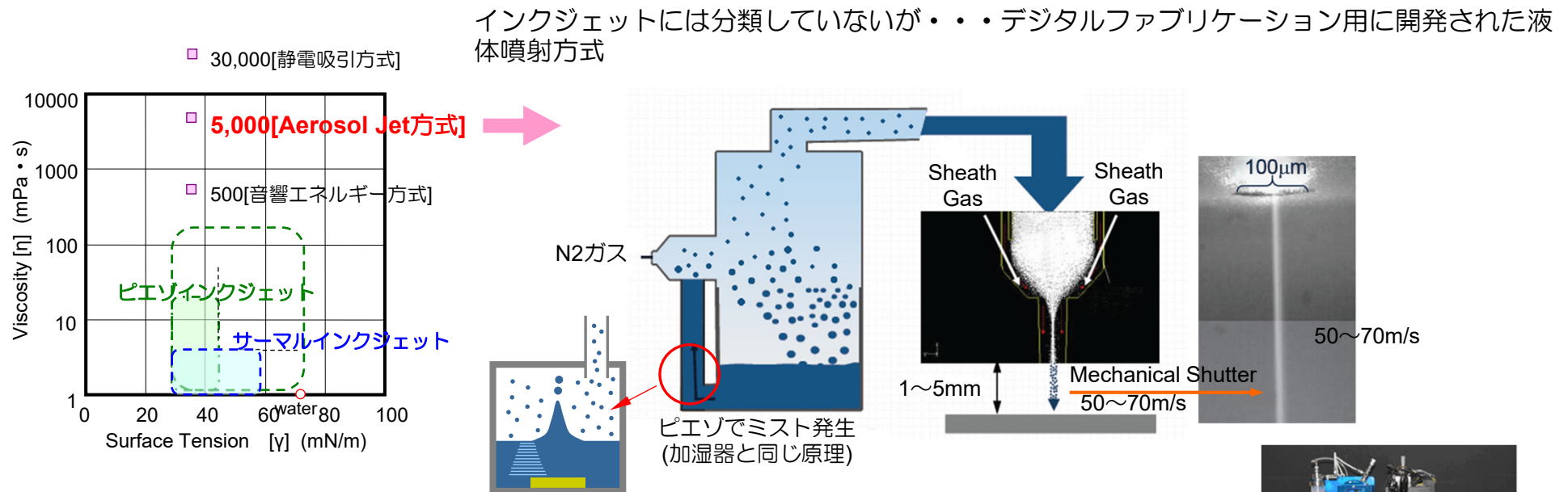


吐出可能液体物性範囲



(安定)吐出できるインク物性範囲

吐出可能液体物性範囲の拡大



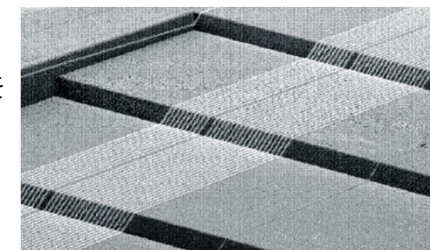
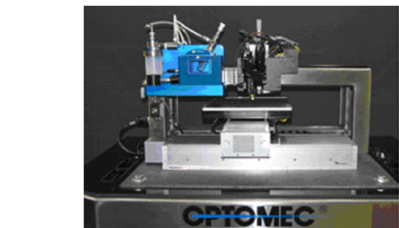
M3D Aerosol Jet (OPTOMECH)

OPTMECH社が開発。機能性材料(液体)をミスト化し、高速な気流でノズルから噴射。機械的シャッターで噴射を制御。5000mPa・sまでの高粘度液体を噴射できる(ミスト化できる)。

周波数は500Hz程度であるが、マルチノズル化も進んでおり、40ノズルまでできている(主流はシングルノズル~10ノズル、ノズルピッチは4mm)。最小ライン幅は5 μ m(最大5mm)達成可能。

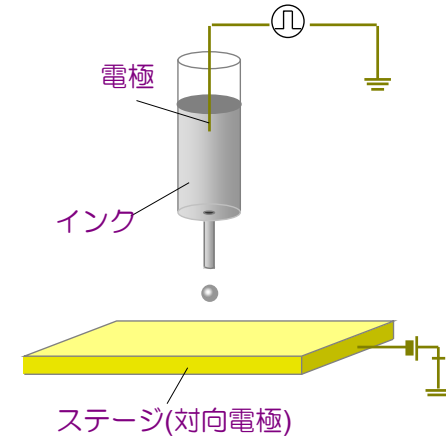
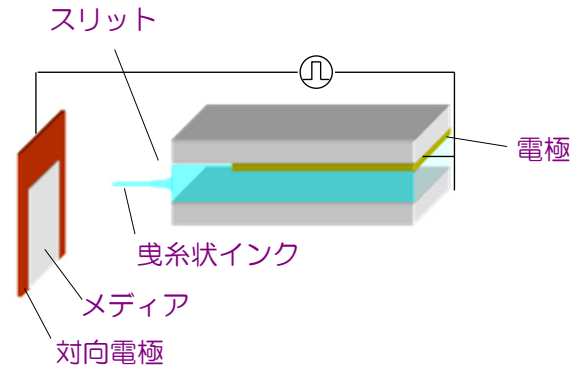
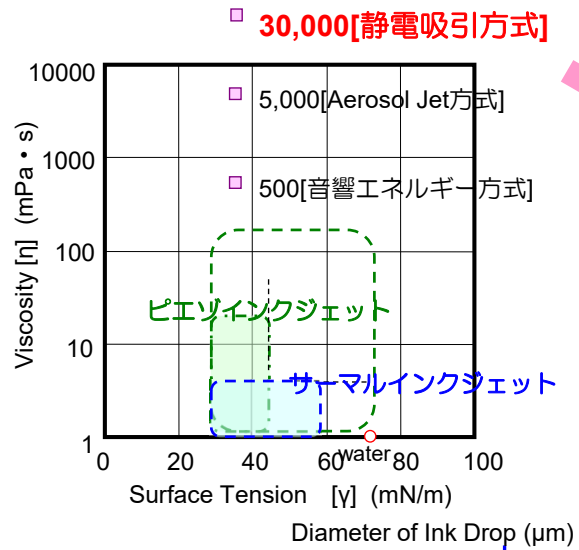
M3D: Maskless Mesoscale Material Deposition

出展：S. M. Bames, M3D Aerosol-Jet® Printing for Improved Crystalline Photovoltaic Cell Efficiencies, IS&T's DF2008(2008)

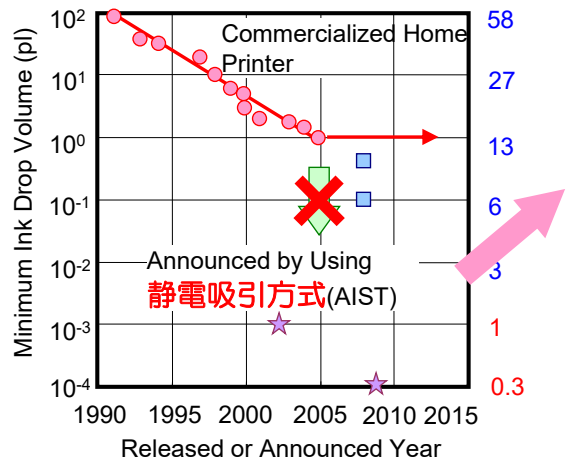


2 Future Progress of Ink Jet Technologies インクジェット技術の進展

吐出可能液体物性範囲の拡大と液滴の微小化

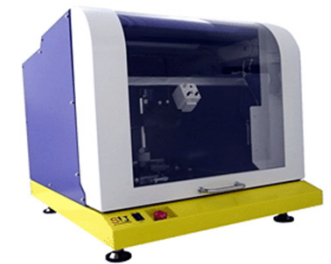


Electrostatic Pull Ink Jet
静電吸引型インクジェット



スリット，あるいは比較的大きなノズルから小さな液滴が吐出できるので高粘度インクの噴射が可能。吐出後電場で加速するので，微小滴の飛翔にも有利。

1fl(フェムトリットル→ 10^{-15} リットル)の吐出事例: 産総研のSuper Ink Jet → 0.1fl
(現在コンシューマー向けに製品化されているプリンタは，最小で1pl(ピコリットル→ 10^{-12})

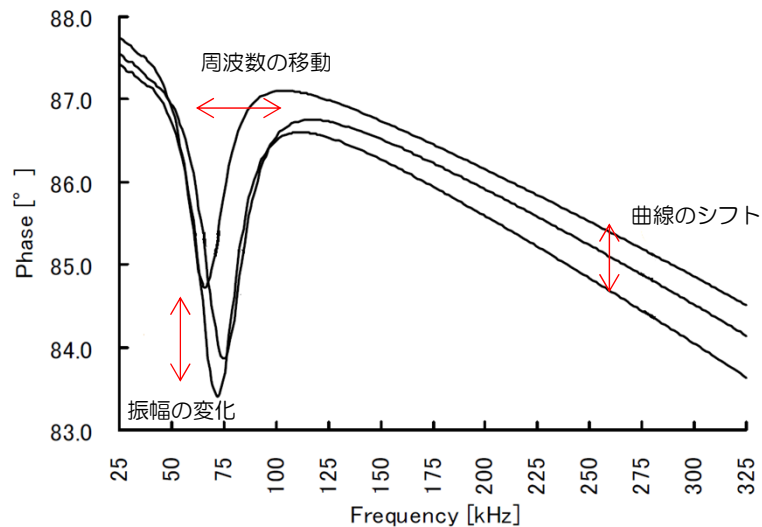


ピエゾ素子の吐出異常検出センサとしての活用

画像用のプリンタの場合、ノズル抜けがあっても人の目で検知できなければ問題ないし、抜けをごまかす技術がたくさんある。しかしDF、例えば**Printed Electronics**において抜けは致命的欠陥。事前に抜け等の異常を検出する必要性が高くなる。

故障原因の推定

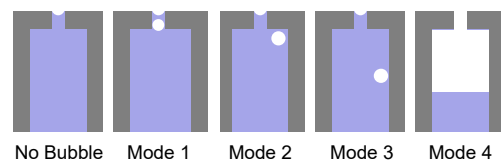
インクを充填した状態で、ピエゾに正弦波状の電圧を周波数をSweepさせて入力し、電圧に対する電流の位相差測定。



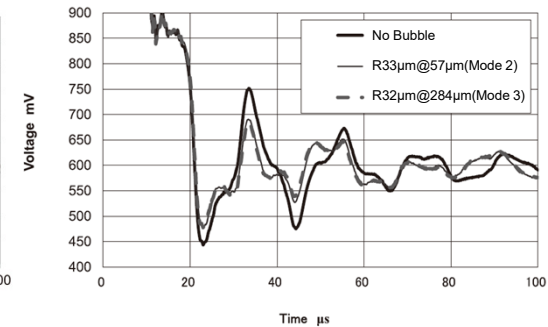
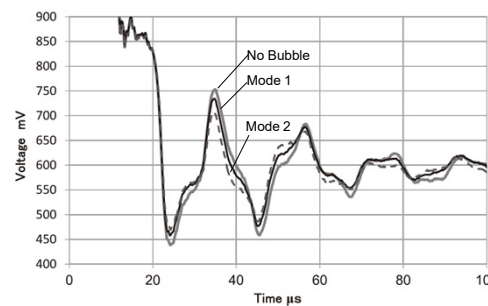
- 異物によるノズル詰まり
- 気泡混入による不吐出
- ノズルや表面処理の欠陥による吐出方向性不良

出典：和田友宏、「マハラノビスの距離」を用いたPIJヘッドの吐出評価方法，日本画像学会ICJ2007 (2007)他

気泡位置の推定



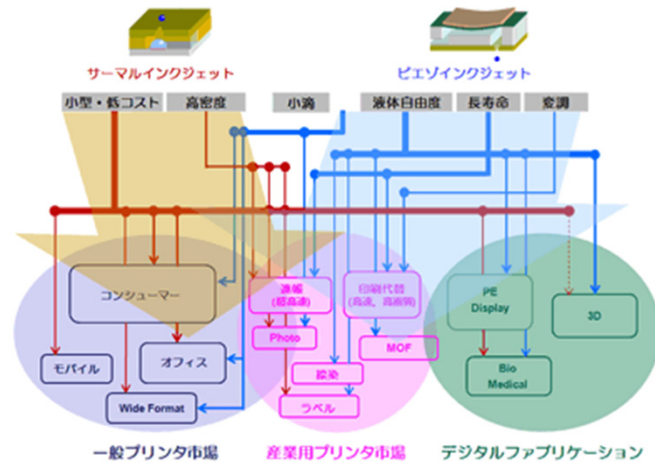
気泡の存在位置で、残留振動波形が異なる



出典：佐藤強、「液滴塗布ヘッド内の気泡検出に関する研究」，精密工学会誌 Vol.77, No.9 (2011)

2 Future Progress of Ink Jet Technologies インクジェット技術の進展

適用領域の拡大に伴うピエゾ素子への期待



- ✓ 一般向けプリンタにおいては、ピエゾの進化はその難しさに比べ差別化要因になりにくい状況になっているのではないかと。
- ✓ 新しい応用におけるさらなる信頼性向上に期待したい。

一般プリンタ用途

要求性能	一次特性	ピエゾ素子への期待
高画質化	高解像度	高変位
高速化	多ノズル化	(面内, チップ内)高均一性
低コスト化	駆動回路の低コスト化	低電圧化

薄膜ピエゾ

産業用プリンタ用途, デジファブ用途

要求性能	一次特性	ピエゾ素子への期待
高信頼性	ヘッド寿命*	繰り返し変位安定性(10^{10} 以上)
多様インク対応	高粘度インク対応	高変位&高剛性
その他	製造プロセス対応	高温(例えば 300°C 以上)での分極保持
	環境対応	(鉛フリー化)

*連帳機の場合、(例えばプリント速度：122m/min., プリント解像度：600dpi) 画像密度を10%とし、ヘッド寿命(ノズル当たり)を 10^9 とすると、3470分のプリントで寿命となる。1日8時間(480分)稼働とすれば、1週間で交換する必要がある。

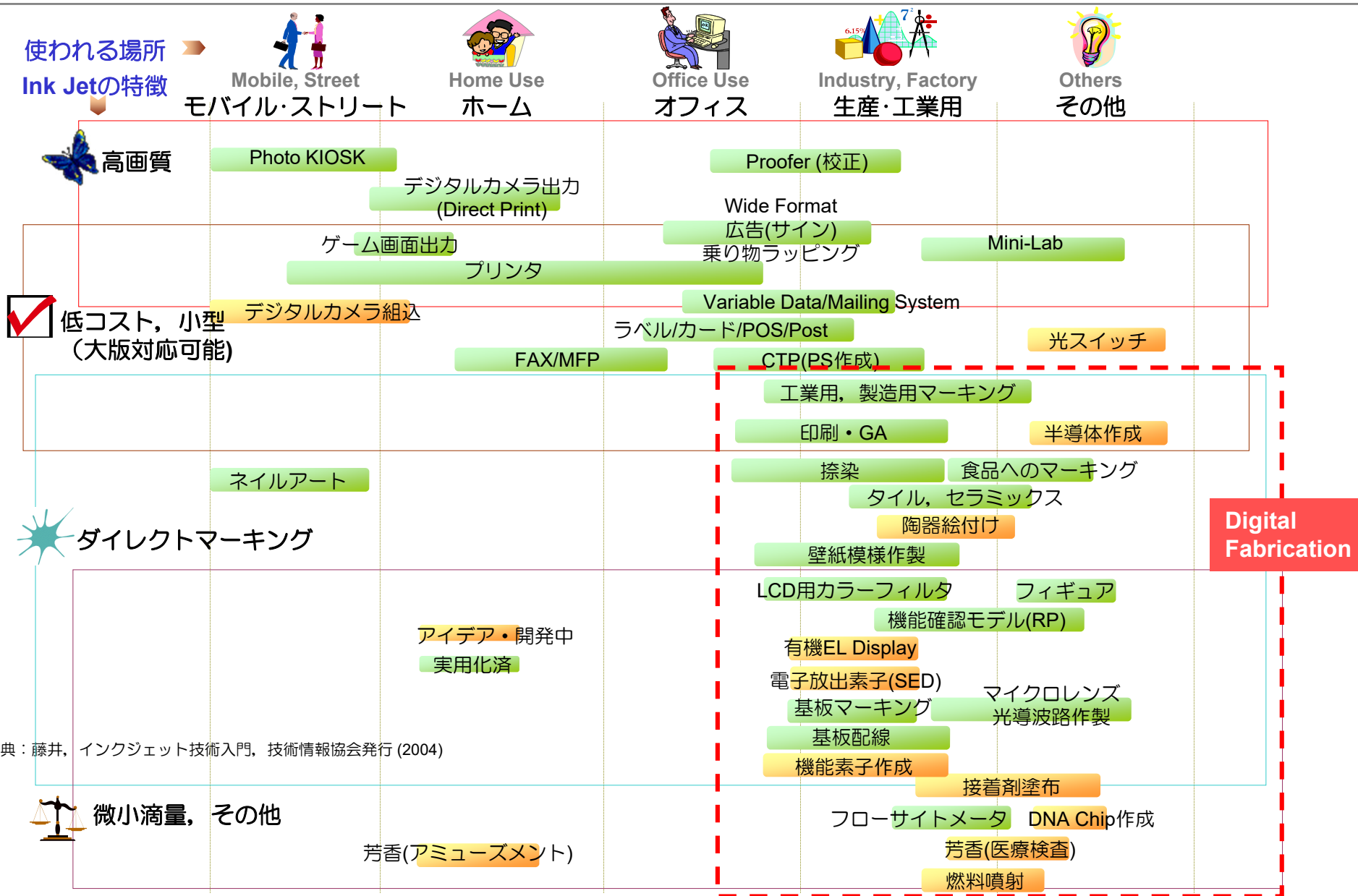
3

Expansion of Applications Using Ink Jet Technologies

インクジェット技術応用の拡がり

インクジェット技術応用の拡がり

インクジェットの応用マップ




Digital Fabrication

出典：藤井, インクジェット技術入門, 技術情報協会発行 (2004)

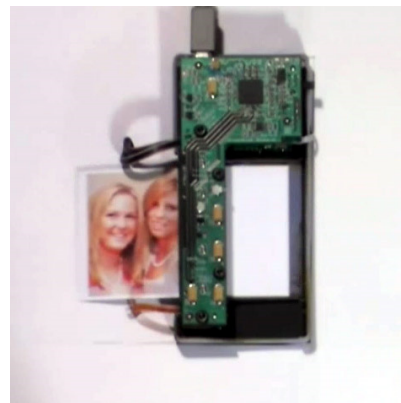
3 Expansion of Applications Using Ink Jet Technologies インクジェット技術応用の拡がり

小型化容易：デジカメ組み込み、モバイル



 [マイクロBJ]と呼ばれる超小型インクジェット出力部(Printhead, キャリッジ, 紙送り機構)をデジカメ内に組みこんだ。(2000年Canon EXPOに参考展示) 使用時は, 用紙とインクタンクを含んだメディアパックを装着する。高画質と小型化の特徴を生かした応用。

カーナビに内蔵した例



Silverbrookが提案したMobile Printer
(携帯電話)



モバイル用途として発売されたプリンタ
(HP, Canon)

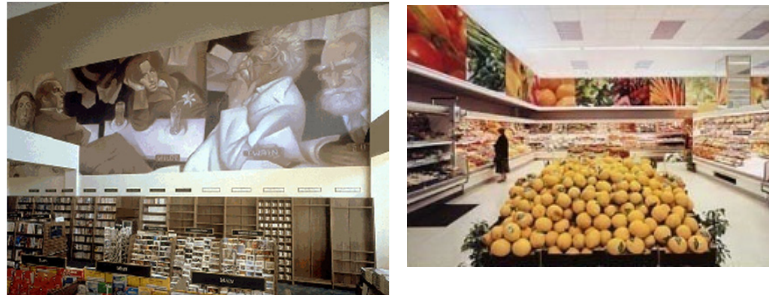


開発が始まっている自走式プリンタ
(Zuta)

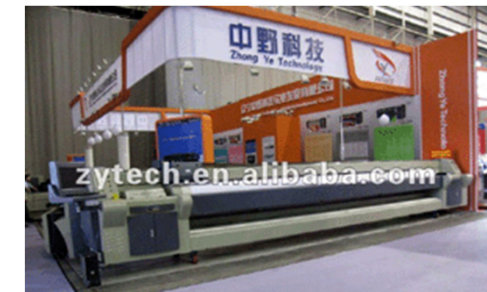
3 Expansion of Applications Using Ink Jet Technologies インクジェット技術応用の拡がり

広幅化容易：ワイドフォーマットの活用

壁紙



野外広告、サイン



メディアサイズの大型化への対応としてFlatbed型の開発。
最大6.8m幅に対応できるワイドフォーマット機がある

乗り物ラッピング



知らず知らずの間に，日常生活の中にインクジェットの応用が入り込んでいる

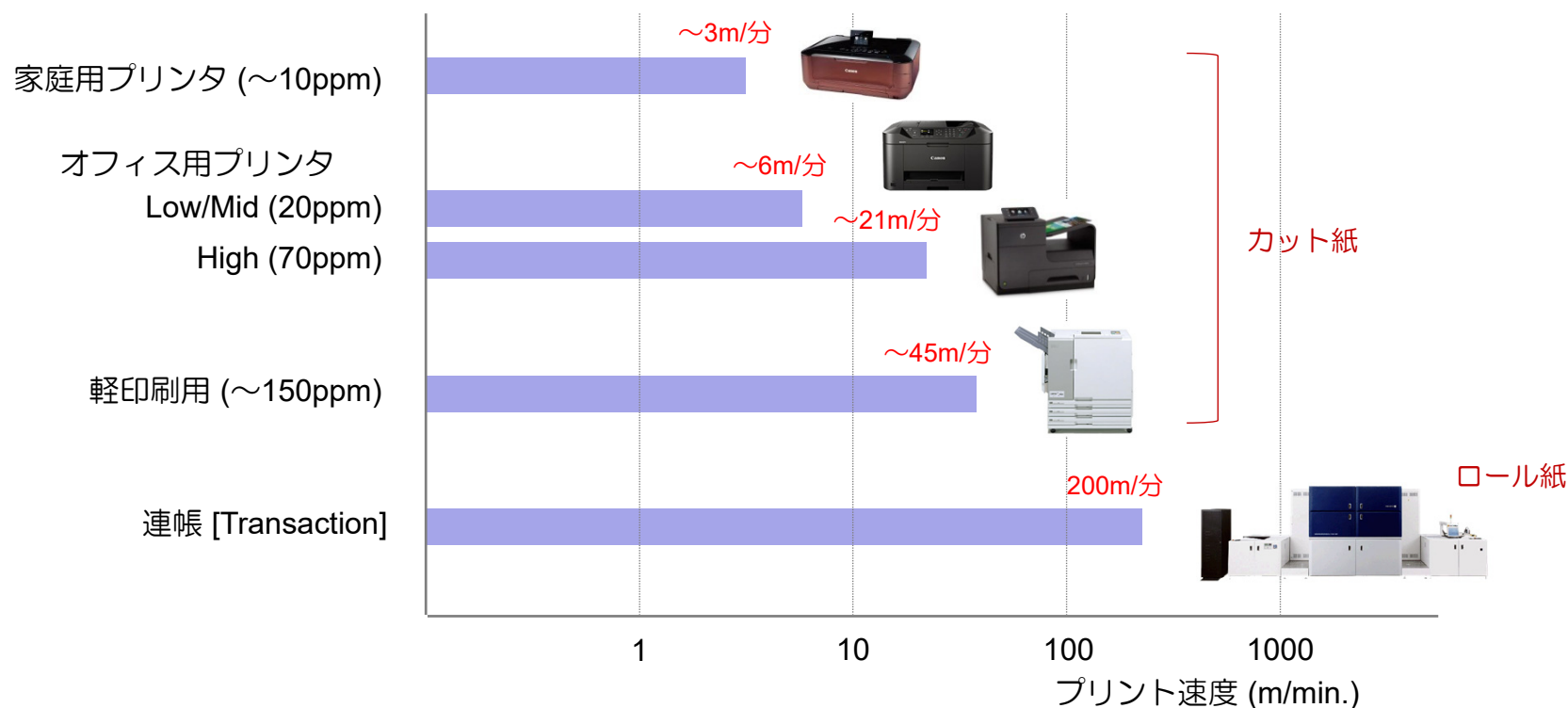
3 Expansion of Applications Using Ink Jet Technologies インクジェット技術応用の拡がり

高速対応：Transactional Documents / Trans-Promo

クレジットカードや携帯の請求書(利用明細, 年金お知らせ便等, 個人情報に併せて(版なし)短期間に大量のプリントが求められる市場がある(Transaction).

また, 単に明細等のプリントだけでなく, 利用者に合わせた広告をプリントするサービス(Trans-Promo)もある. 新聞や書籍のプリントにもインクジェットが用いられている.

Drupa2012でも多くの新規参入が見られ, 限られたパイの中で飽和ぎみ.



Direct Markingの応用1

ネイルアート

(ATLUS, ミツミ電機, プレンティアー, ImagiNail)

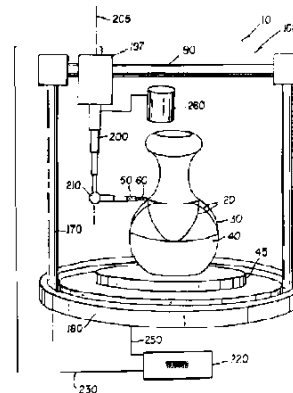


✎ ダイレクトプリントというInk Jetの特徴を生かした製品である。ImagiNail社は、日米3グループの特許を買収した。NailJet Proは両手を7分以下で仕上げる。ネイルサロンに展開中。

立体物のマーキング

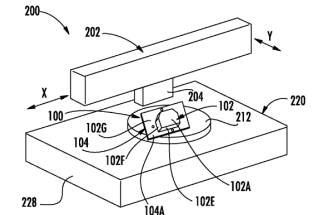
(Kodak他)

インクジェットによる「加飾のアイデア



ロボットアームにインクジェットヘッドを取り付け加飾
(Industrial Inkjet Ltd.)

造形物を動かすアイデア
Apple



✎ これもダイレクトプリントの特徴を生かしたものである。職人でしか書けない複雑な絵柄の再現、同じ絵柄の大量生産するのに向いている。

Direct Markingの応用2


工業用・製造用マーキング



卵プリンタ (紀州技研&東洋エフ・シー・シー)

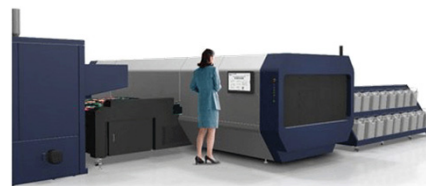


その他の工業用マーキング例

 ライン工程の中に組み込みやすいため、工業用マーキングとして古くから使用されてきた。
食用インクによる卵プリンタ(賞味期限プリント)。

捺染(Textile)システム

Konica/Minolta, Miyakoshi, STORK, TOXOT, SEIREN他)




Konica/Minolta Nassenger Pro 100

□900*720dpi(最高), 9 colors
□1000m²/hr(最速)

Miyakoshi/Kurabo DynaPrint 400

□600dpi, 8 colors
□400m²/hr(標準mode)

ビジネスモデルの変革
環境負荷の大幅低減

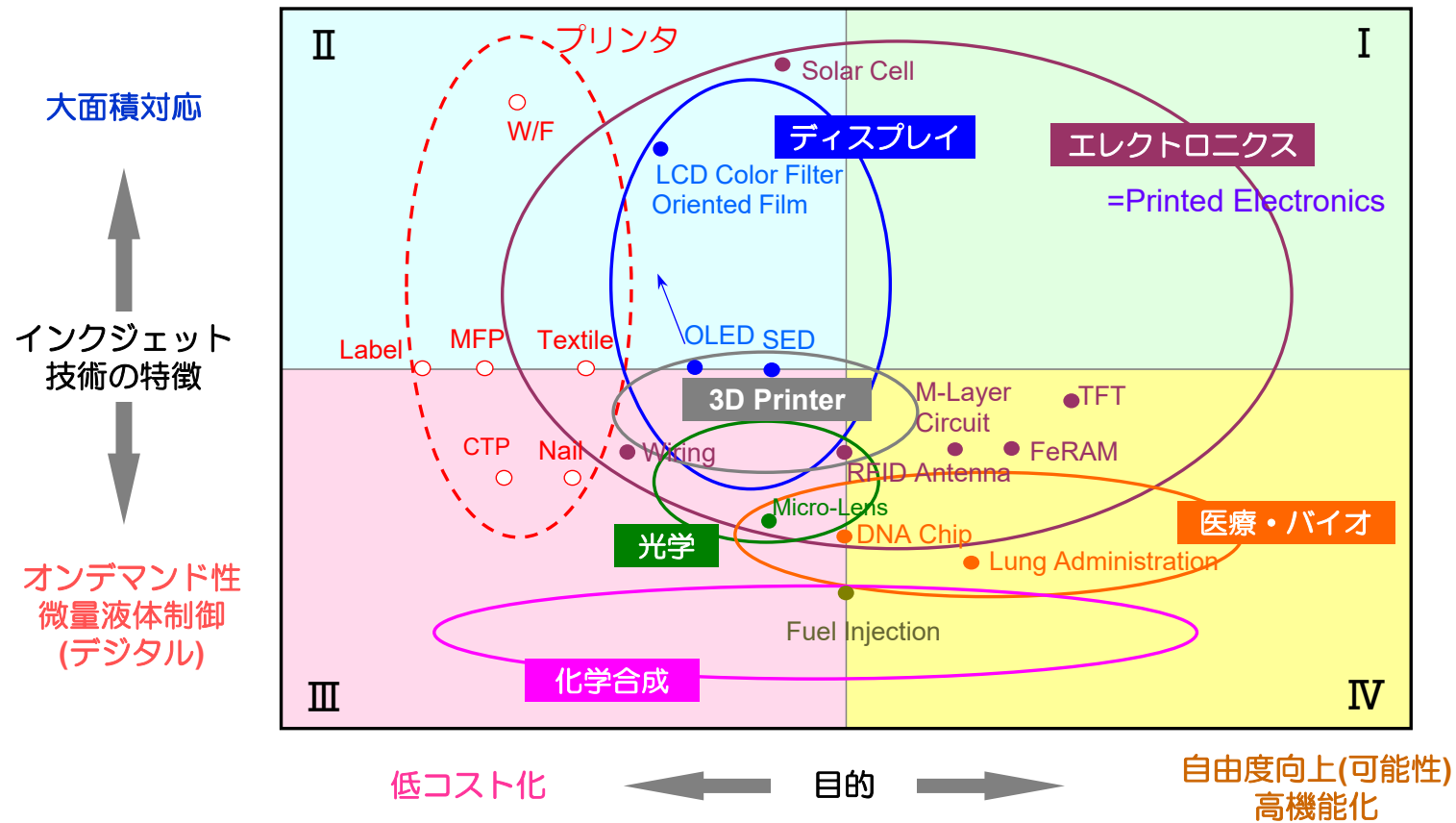
 ネクタイやハンカチなどの小物のデザインに市販のインクジェットプリンタが使用されているが、布地自体を染色する大型装置も発売されている。
セーレンはインクジェットを使ったシステム(Viscotecs)で、アパレル(水着)業界に革命を起こしている。

3 インクジェット技術応用の拡がり

デジタルファブリケーションへの展開

デジタルファブリケーション：

デジタルマーキング技術(インクジェット, 電子写真他)をモノづくり, 生産技術へ適用する技術領域 (一部領域は 'Printable Electronics', 'Micro Patterning'とも呼ばれる)



出典：藤井, インクジェット技術の進展と今後の展望, 日本画像学会誌 Vol. 47, No. 3 (2008)

3 インクジェット技術応用の拡がり

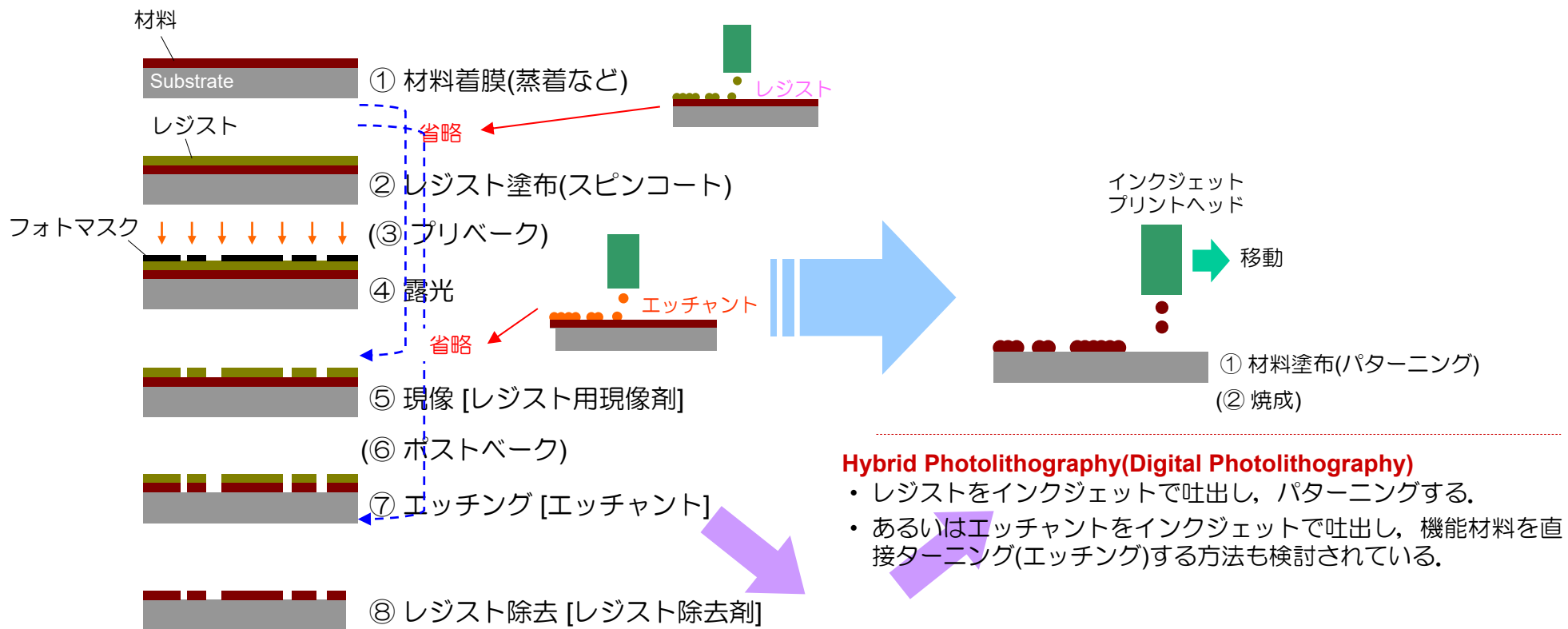
デジタルファブリケーションへの展開

デジタルファブリケーションへのインクジェット適用例

分類	Printed Electronics	Bio /Medical	3D Printer	パッケージ	産業用コーティング (パターンニング)
具体的な用途	LCD(Color Filter, 配向膜, 導光板), 高分子型OLED(発光層) EW(Color Oil) 電子回路(TFT, 配線, Passive device, 透明導電膜, 絶縁層, パッド, バンプ) RFID, Solar Cell(電極) E-paper(Back Plane) Photolithography全般(レジスト, エッチャント)	臓器再生(骨, 臓器, 皮膚等) Active Paper, バイオセンサー, DNA chip 診断機器, 治療機器	フィギュア デザイン・機能検証 各種サンプル 医療モデル, トレーニング 宝飾	鮮度(酸化等)センサー Decoration ラベリング	感光体 光学フィルム
課題(IJ)	IJ適性液体材料の物理特性(移動度, 導電性, 変換効率他)及びヘッドの高性能化(液滴量, ハンドリングできる液体材料物性の拡大) R2R化(コストダウン)	(メーカー側は開発方向性が不明確=開発メニューの絞り込みが把握できていない) 現場はプロセスの知見者不足	製品レベルの材料特性(耐性) 形状精度	食物適正(UV硬化型インク)	厚膜化, および高粘度材料における膜厚均一性 パターン再現性(エッジ)

3 インクジェット技術応用の拡がり

インクジェット法とフォトリソグラフィーとの比較



Hybrid Photolithography(Digital Photolithography)

- ・レジストをインクジェットで吐出し、パターンニングする。
- ・あるいはエッチャントをインクジェットで吐出し、機能材料を直接ターニング(エッチング)する方法も検討されている。

Digital Photolithography (Hybrid Process)

- **インクジェット法のメリット**
 - ・材料のムダが少ない(フォトリソは材料の96%がムダになる)
 - ・マスクレス, オンデマンド性(多品種対応)
 - ・プロセスが少ない(使用装置, 場所)
 - ・基板自由度が高い(Flexible, 低温)

- **インクジェット法のデメリット, 課題**
 - ・微細化(ミクロン以下のパターン)
 - ・プロセススピード
 - ・平坦化(高粘度液体使用の場合)
 - ・材料制限(粘度, 組成)

(・材料特性: mobility, conductivity・・・)

➡ **インクジェットでメリットが出る領域, インクジェットでなければできない領域から適用が始まっている。**

3 インクジェット技術応用の拡がり

デジタルファブリケーションへの展開1

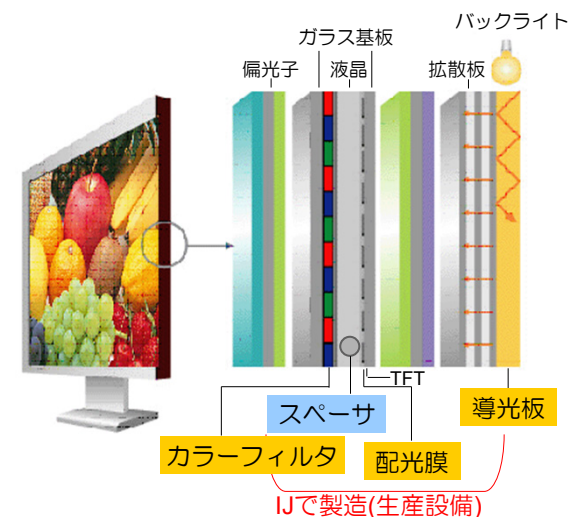
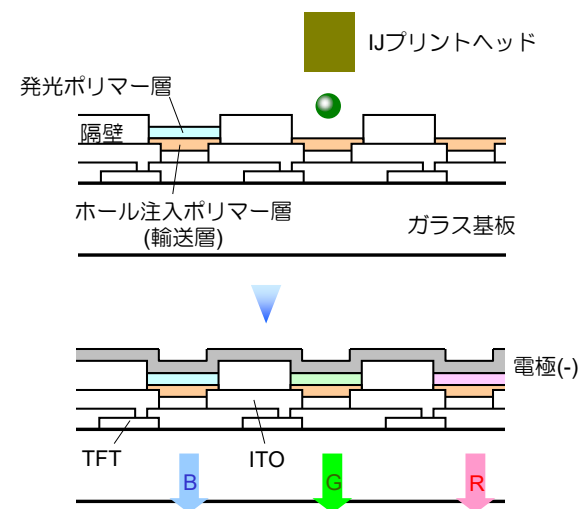
Display

OLED (有機EL発光素子)

- ホール注入ポリマー層, 発光ポリマー層(RGB)をインクジェットで形成する技術が開発されている。発光材料の溶液化が可能な, 高分子材料によるPLEDで, インクジェットの適用が活発。
- 40インチを超えるOLEDディスプレイの試作品を発表(高分子材料)。
- ディスプレイとしてではなく, 有機ELを電子写真におけるプリントヘッドとしても開発されている。

LCD

- 古くから開発が行われており, GEN.8(1600mm×2400mm) GEN.6(1500mm*1800mm)対応のフィルタをインクジェットでの生産が発表されている。(従来の方法に比ベトータルで20%のコスト削減。着色工程に限ると40%の低下といった発表もある)
- 配向膜の形成(石井表記, エプソンなど)にもインクジェットを使用。使用材料量を25%に削減。スパーサーの形成までインクジェットの使用が検討されている。
- 導光板としてインクジェットでマイクロレンズを形成したものもある(ミヤカワ)。

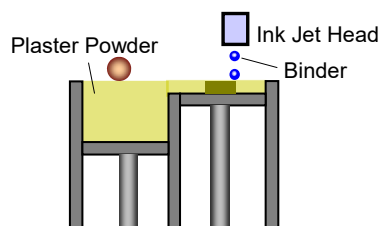


3D Printer=Additive Manufacturing

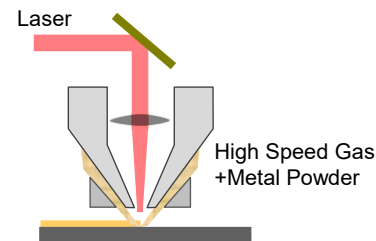
ASTMによるAM方式の分類

ASTM名称	日本語訳
Binder Jetting	結合剤噴射
Directed Energy Deposition	指向性エネルギー堆積
Material Extrusion	材料押し出し
Material Jetting	材料噴射
Powder Bed Fusion	粉末熔融結合
Sheet Lamination	シート積層
Vat Photopolymerization	液槽光重合

インクジェット技術利用



Binder Jetting
結合剤噴射



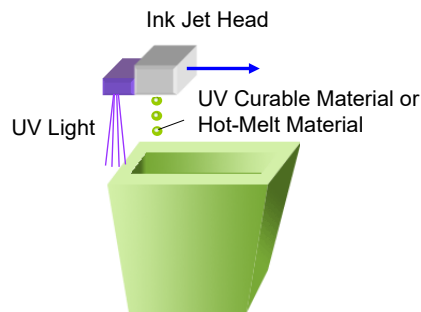
Directed Energy Deposition
指向性エネルギー堆積

Dispenser+Heater

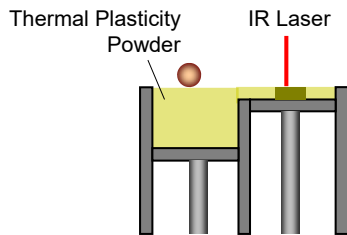


Material Extrusion
材料押し出し

インクジェット技術利用

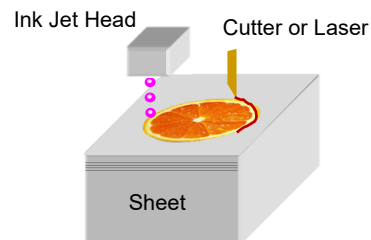


Material Jetting
材料噴射

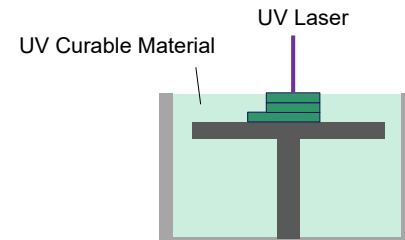


Powder Bed Fusion
粉末熔融結合

インクジェット技術利用



Sheet Lamination
シート積層



Vat Photopolymerization
液槽光重合

インクジェット技術応用の拡がり

デジタルファブリケーションへの展開

Bio / Medical

DNA Chip

- インクの代わりにDNA溶液をいれ、ガラス基板上にDNAアレイを印刷する。遺伝子の含まれた試料をこのDNAチップと反応させることでDNAの塩基配列を特定することができる。



DNA Chip

経肺吸引デバイス(インスリン)

- 薬液(インスリン)がインクジェットによりミスト化(3 μ m=0.014pl)され、肺から吸収される。注射による痛みや汚染(感染)から開放される。



経肺吸引デバイス

病気診断

- 芳香液体がインクジェットから(量を制御されて)噴射される。アルツハイマー病の初期、芳香に関する感受性が異なることから、これら疾患の早期発見に用いられている。



病気診断

人工臓器

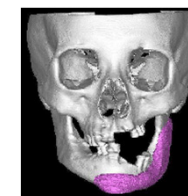
- 臓器を形成する様々な細胞をインクジェットで噴射、3次的に積層し、人工臓器の作成を試みている。

皮膚再生(Tissue Engineering)

- 培養した皮膚組織をインクジェットで治療部に噴射。従来の方法ではシートで移植されるので、立体的に皮膚組織ができるのに時間がかかるが、インクジェットでは立体的に構成できる。

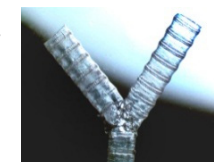
骨形成

- 3Dプリンタ(結合剤噴射法)で、骨の成分に近いリン酸三カルシウムで骨を形成し埋め込む。時間とともに周囲の骨と同化する。まだ強度が弱く、適用できる部位が限られている。2014年から治療開始。



骨形成

皮膚、骨などを含む臓器再生技術は[Tissue Engineering][Regenerative Medicine]とも呼ばれる。

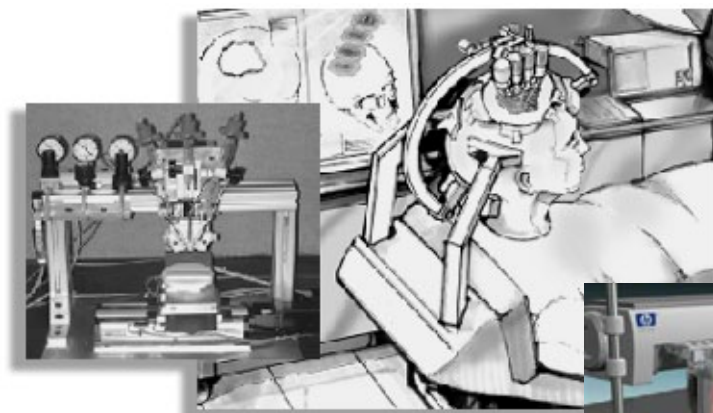


臓器再生

Bioactive Paper

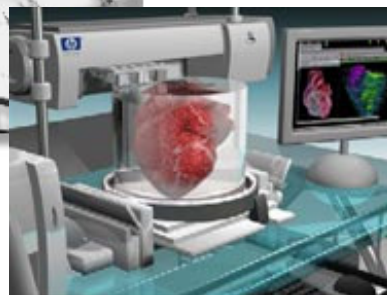
- バクテリアを殺す機能材料をインクジェットでマスク等にパターンニング。

Bio / Medical

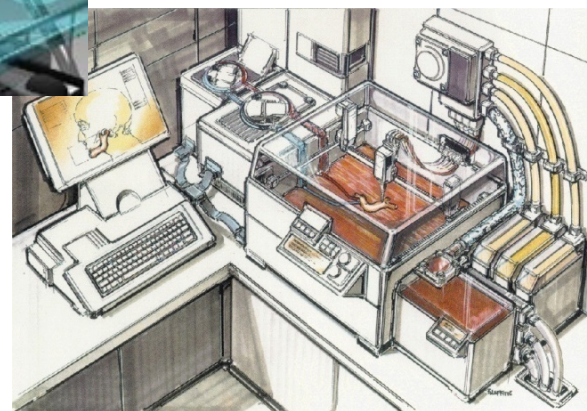


アメリカのTissue Engineering / Regenerative Medicineに携わっている人たちは、ほとんどこのような壮大な想像図を見せる(これはまだ現実的な方).

人体全体をインクジェットで取り囲む装置や、映画の1シーンを抜き出してプレゼンする人もいる.



まるでSFのようなことを言うのは、予算を獲得する意味もあるが、将来に大きな夢(大志)を持っているのも事実.



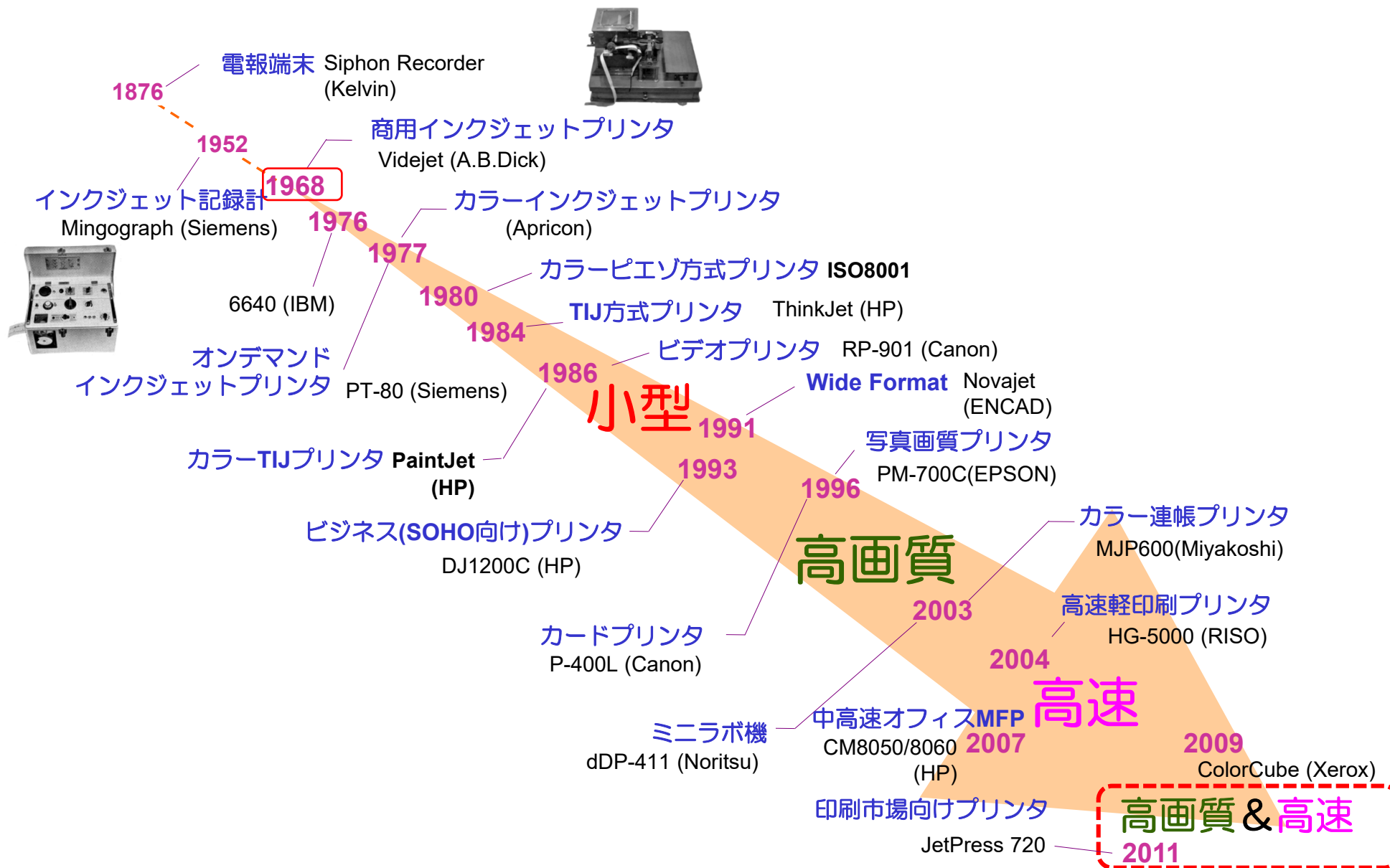
インクジェットの基礎と今後の展開

まとめ

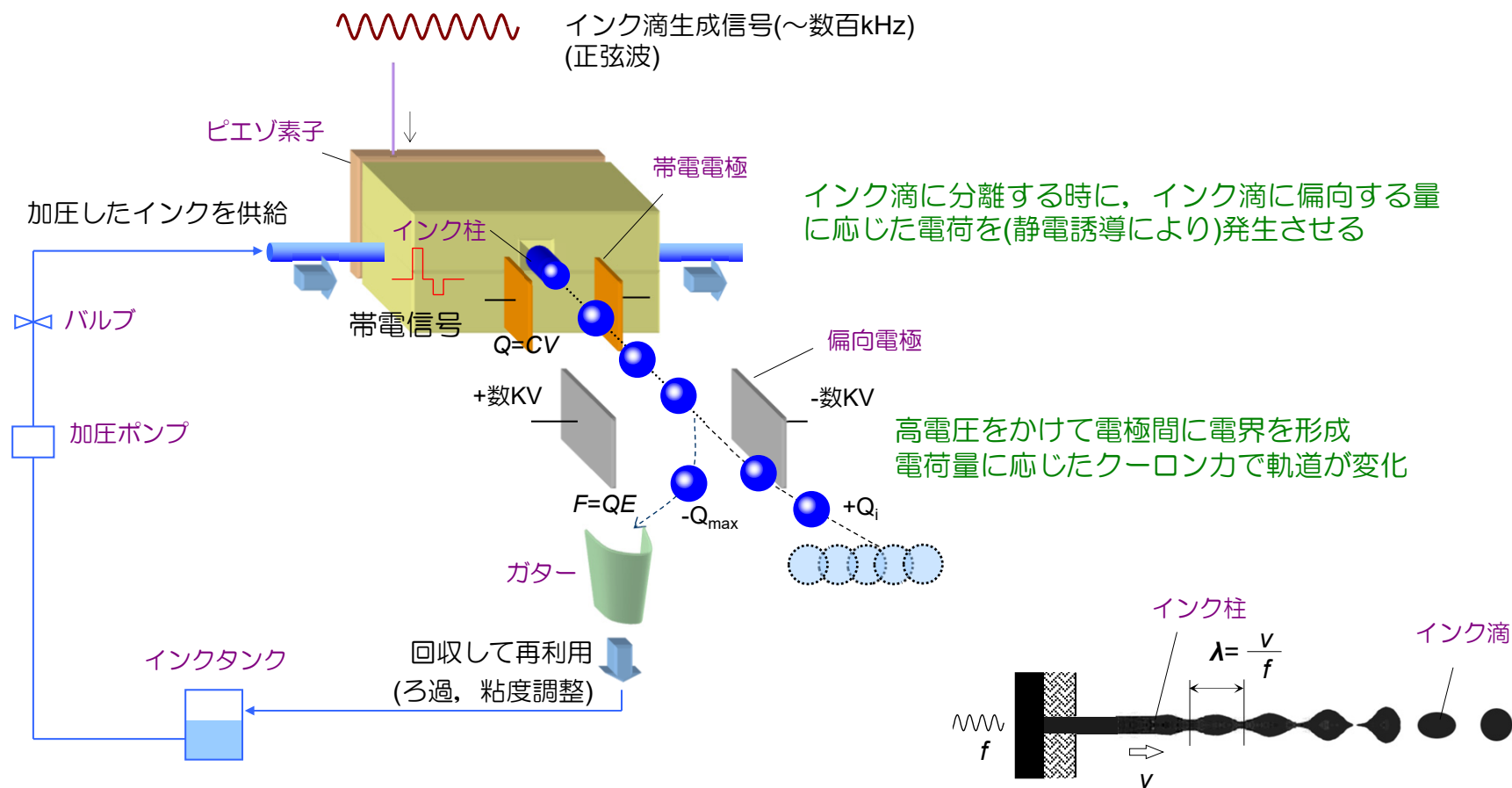
- ✓ 高画質化，高速化を少ない基本構成要素(ヘッド，インク)の性能向上で支えてきた進化 [機能集中型進化]は，一部の応用を除き終焉を迎えている。
(画質・速度を重要な性能軸とし，この進化系で支えてきたインクジェット市場は，成長が止まっている)
- ✓ デジタルファブリケーション等への応用では，新しい進化軸が求められており，ハンドリングできる液体範囲が広いピエゾインクジェットは，この応用領域で高いポテンシャルを持っている。
- ✓ これまで(家庭用，オフィス用プリンタ)以上の環境条件(製造プロセス条件，使用環境条件)においても，特性変動が極めて少ないピエゾ素子開発を期待したい。



代表的なプリンタ製品と製品トレンド



連続噴射型(荷電偏向制御型)



2値偏向

帯電あり/なし制御で、プリントに用いられるインク滴は(帯電されず)直進し、紙に到達する。

多値偏向

インク帯電量を細かく制御。帯電量により偏向量が変わるので、紙上の所望の位置に到達する。曲がる量は帯電量だけでなく、前後のインク滴の帯電量、順番(空気抵抗)の影響を受け、これを補正するシステムは非常に複雑になる。

代表的なインクジェットヘッド開発会社

主要ピエゾヘッドメーカー

* プリントヘッド購入, OEM供給可



自社ブランドプリンタ販売

セイコーエプソン	リコー	ブラザー	パーソナル市場
コニカミノルタIJ*	SHI(プリンテック)* 沖電気が買収	紀州技研工業*	産業市場

プリントヘッドOEM, 供給

リコーPS*	東芝テック*	パナソニック*
京セラ*	クラスターテクノロジー*	

自社ブランドプリンタ販売

HP(Scitex Vision)*	Xerox	Océ
--------------------	-------	-----

プリントヘッドOEM, 供給

Xaar*	Fuji Film Dimatix(Spectra)*	PicoJet*
Aprion*	Trident*	PixDro*

撓みモード 縦モード シアモード

主要サーマルインクジェットヘッドメーカー 何故, サーマルインクジェット勢は少ないのでしょうか?

キヤノン	HP*	Funai(旧Lexmark)	Kodak	Olivetti	BenQ	Memjet
------	-----	-----------------	------------------	---------------------	-----------------	--------

撤退

撤退

デジタルファブ리케이션領域におけるインクジェットへの要求と対応

⊕ 吐出できる液体範囲の拡大 ← 機能性液体材料の特性を向上させたい。従来材料(に近いもの)を使いたい

- 高粘度対応方式の採用
(静電吸引, Aerosol Jet他)

- 加熱(低粘度化)

- 生産性は低い(マルチノズル化必要)

- 上限値低い(～100mPa・s)
(一部ヘッドは150°C程度まで)
- 液体の変質

⊕ 小インク滴化 ← パターン微細化

- 制電吸引方式
- 基板の表面エネルギー制御(パターン化含)

- 生産性は低い(マルチノズル化必要)

⊕ パターン再現性 ← 設計とおりのパターン再現

- 表面エネルギー制御(パターニング)
- マルチパスプリント
- 乾燥条件・組成の最適化

- 工程が増える
- 生産性低下
- K/Hに頼るところが大きい

⊕ 大インク滴化・厚膜化 ← 成膜速度を上げたい、造形速度を速くしたい。高性能化したい

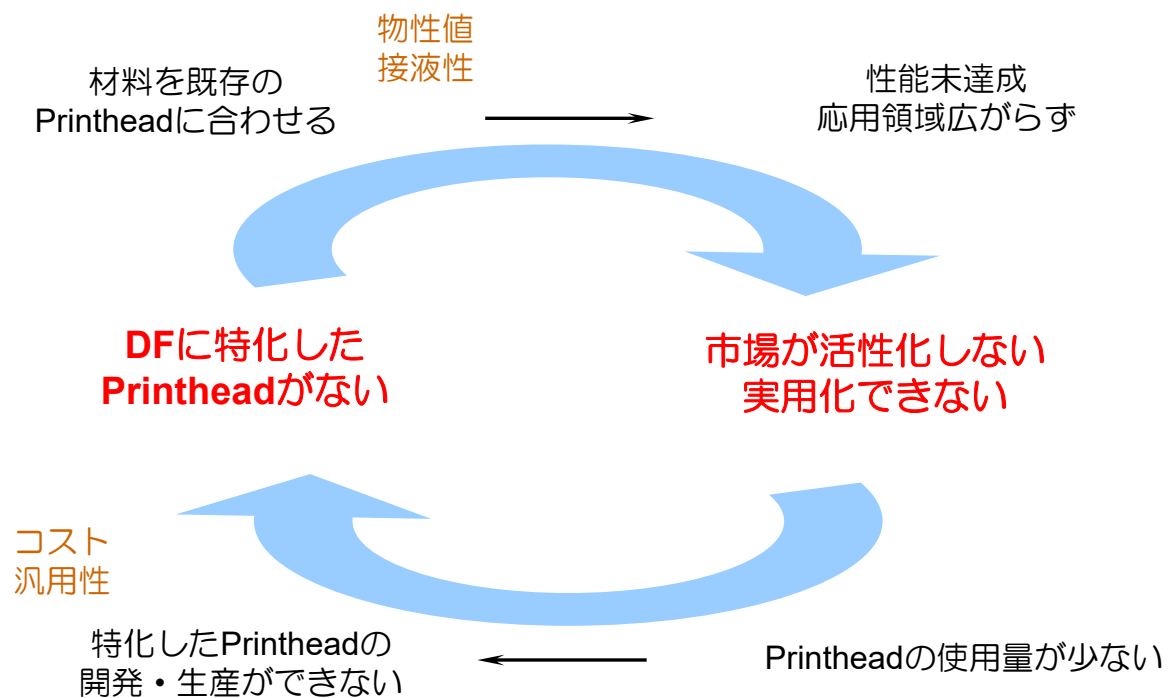
- ヘッド進化(トレンド)とは逆方向

⊕ 扱い易さ ← 液体材料に合わせて駆動波形を最適化したい

- ヘッドメーカーが販売している駆動キット,
Try & Error
- コンサル会社
- ヘッドメーカーとの協業, あるいはエキスパー
トになるくらいの覚悟?

- デバイス関連の標準化は起こり得ない。

DF領域における悪循環



機能集中型と機能分担型

Technology Evolution Process

機能集中型マーケティングであり、故にシンプルなプロセスを特徴としてきたインクジェットは、現状の市場においては限界(基本構成要素のspec.→プリンタの基本性能)を迎えている。

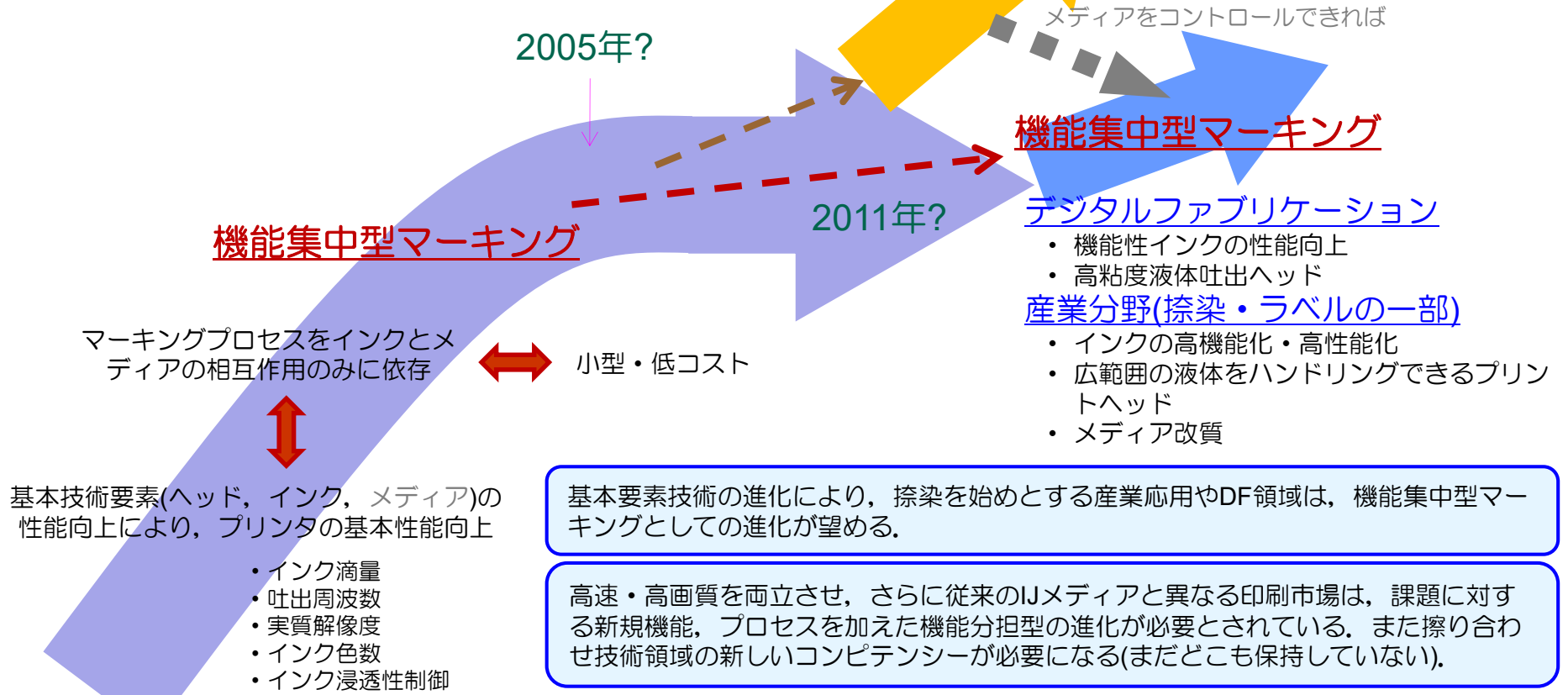
印刷市場

- ・ 転写
- ・ 乾燥・定着
- ・ 2液反応システム
- ・ 欠陥検出・補正
- ・ (ラインヘッド)

作用点が増し、摺り合わせ技術

付加機能, システムで課題に対応 ↔ 大型・高BOXコスト

機能分担型マーケティング



もしメディアをコントロールできれば, シンプルなインクジェットの特徴を活かした進化, 発展ができるはず...