

3Dプリンタの活用と展望



弁護士知財ネット
ジャパンコンテンツ調査研究チーム
(東京弁護士会所属)
弁護士 吉峯 裕毅

1 はじめに

たまたまつけたテレビ番組で、人工知能（AI）研究の最先端が特集されていた。¹AIが創作したショートショートが星新一賞の一次審査を通過したとか、レンブラントの新作が創られた等の文字ニュースを読んだことはあったが、実際に映像で見ると相当衝撃的だった。人間の創作活動に利用されるだけの立場であったコンピュータが、自ら思考し新たなものの創造まで行うようになるなど、考えれば考えるほどとんでもない世の中になったものだと思う。

一方で、私は手で触れることのできるもの、肌触りのあるものが好きだ。電子書籍よりも紙の本、グーグルカレンダーより手帳を使う。IT機器より革靴が気になる。長年の修練により培われた職人技を尊敬する。いくらコンピュータが進化しようと、その活躍はデータ上のものであり、生身の物体には及ばないだろう。そんなことを漠然と考えていたある時、ふと自分自身、コンピュータを活用して制作された肌触りのあるものを身に着けていることを思い出した。

まったく私的な事柄で恐縮だが、縁があって今年結婚した。結婚指輪の製作は、友人のジュエリーデザイナーにお願いした。デザイン段階から何度も打合せを重ね、いざ完成披露の時には感動した。製作途中のある時、指輪の製造方法に話が飛び、デザイナーから今回は3Dプリンタを用いると教えてもらい、驚いた。指輪などのジュエリーやアクセサリの製作は、まさに手作業による職人芸の極みだと想像していたため、こんなところにもコンピュータが活用されるのだなあと感心した。

そんな3Dプリンタについて、いくつかの文献やインターネットの記事を読んだが、「なんだか凄そう」というのは分かるものの、どこかピンとこない。これは実物を見て、実際に3Dプリンタに携わっている方々に話を聞いた方が早いと考え、早速、中野ブロードウェイにある3Dプリンター屋さんに足を運んだ。

以下、3Dプリンタの基礎知識と今後の展望について、3Dプリンター屋を訪れた体験記と共に、私なりの理解を本稿にまとめる。

1 NHKスペシャル「天使か悪魔か 羽生善治 人工知能を探る」。

2 3Dプリンタの基礎知識

3Dプリンタとは、一言で言えば、取り込んだ3Dデータを元に、溶融し又は液状になった樹脂等の素材を、硬化させ又は固着させて積み重ねていくことで、3Dデータに描かれた立体物の実物を造形する工作機である。どのような素材を、どのように硬化又は固着させて積層させるかによって、いくつかの方式に分類される。ものづくりの手法と言え、2つの金型の間に液体状の樹脂を流し込んで形を作る「射出成形」、あるいは材料の塊を刃物で削って形を作る「切削加工」等が代表的な製造方法として知られているが、これらとは異なる全く新たな製造方法として注目を浴びている。

3Dプリンタの歴史は意外と古く、世界で初めて3Dプリンタの方式の一つである「光造形」についての理論を発表した人物として、1980年の小玉秀男氏(当時、名古屋市工業研究所に所属。現在、弁理士。)が知られている。²

1987年には、上記光造形の理論を活用してアメリカの3Dsystems社が最初の実用機を開発し、その後は主に企業を中心に活用されていたが、2011年頃から、個人や中小企業も手を出せる低価格帯の3Dプリンタが次々と登場したため、一躍脚光を浴びることになった。

さて、3Dプリンタを用いて物を作り出すのに必要なのは、大まかに言えば①3Dデータ、②素材、③3Dプリンタの3つである。

①3Dデータは、3D-CADや3D-CGと呼ばれる専用ソフトウェアで作成したり、実物を3Dスキャンすることで作成することができる。これらのソフトウェアで作られる3Dデータは、基本的にはSTLという拡張子で統一されており、ほとんどの3Dプリンタがこれに対応しているため、他人が作成した3Dデータを入手すれば、自分の3Dプリンタで実物化することができる。

②素材は、各3Dプリンタによって使用できるものが異なる。現在はまだ素材が限定的であり、一般的には、特別な樹脂や一部の金属等に限られている。

③3Dプリンタは、前述のとおり、素材を硬化又は固着させて積み重ねることで造形する工作機であるところ、その造形方法は以下のように分類できる。それぞれ、使用できる素材や素材を硬化又は固着させる方法、積層させる手法が異なっている。

【熱溶解積層法 (FDM)】

素 材：樹脂 (ABS・PLA等)

仕組み：樹脂を熱で溶かしながら糸状に射出し、冷やして硬化させ、それを積層させて造形する。

備 考：2011年頃に登場し、世間の注目を浴びている個人向け3Dプリンタの多くはこの方式を採用しており、近年の知名度拡大に大きな役割を果たしている。他の方式と比較して、積層ピッチ（一層の高さ）等の点で品質は劣るが、プロトタイプ作成やコミュニケーションツールとしての役割は大きい。

【光造形方式】

素 材：液体樹脂

仕組み：光を当てると硬化する液体樹脂をプール状の容器に入れ、その表面にレーザー光線を

2 もっとも、同氏は同理論について特許出願をしていたものの、審査請求までは行わなかったため、同氏が特許権を取得することはなかった。

当てる。一層分が硬化したら、次の層を硬化していく。

備考：3Dプリンタの歴史上最初の方式。積層ピッチ（一層の高さ）も比較的薄く、産業用として広く用いられているが、耐光性や強い衝撃に弱い等の弱点がある。

【インクジェット式】

素 材：液体樹脂等

仕組み：作業台に向かってインクジェット式に液体樹脂等を吹き付け、そこに紫外線を当てて硬化させる。

備考：積層ピッチ（一層の高さ）が0.01ミリ程度と、他の方式と比較して薄いため、完成度に優れる。

微細な液体状の素材を吹き付けるという観点から、液体樹脂のみならず、細胞を吹き付け積層させることで臓器そのものを創造するなどバイオプリンタの領域でも期待される。

【粉末焼結式】

素 材：樹脂・金属・セラミック

仕組み：粉末状にした素材を器に敷き、粉末にレーザー光線を当てて焼結し、硬化させる。

備考：金属を素材とできる点が大きな特徴であり、工業製品としての実用化も期待できる。

【結合材接着方式】

素 材：石膏・セラミック等

仕組み：粉末状にした素材を器に敷き、粉末に結合材（樹脂等）を塗布して断面を固めていく。

備考：結合材と一緒にカラーインクを吹き付けることで、造形と同時に着色が可能。

3 「3Dプリンター屋」に行ってみた

以上、3Dプリンタの基礎知識を紹介したが、文字より実物ということで、実際に3Dプリンタの実機に触れ合える店舗に取材を敢行した。

訪れたのは、東京都中野区所在「中野ブロードウェイ」の地下1階に店舗を構える「あッ3Dプリンター屋だッ！！東京メイカー×ストーンスープ」である。（以下、「3Dプリンター屋」と略称させていただく）。³

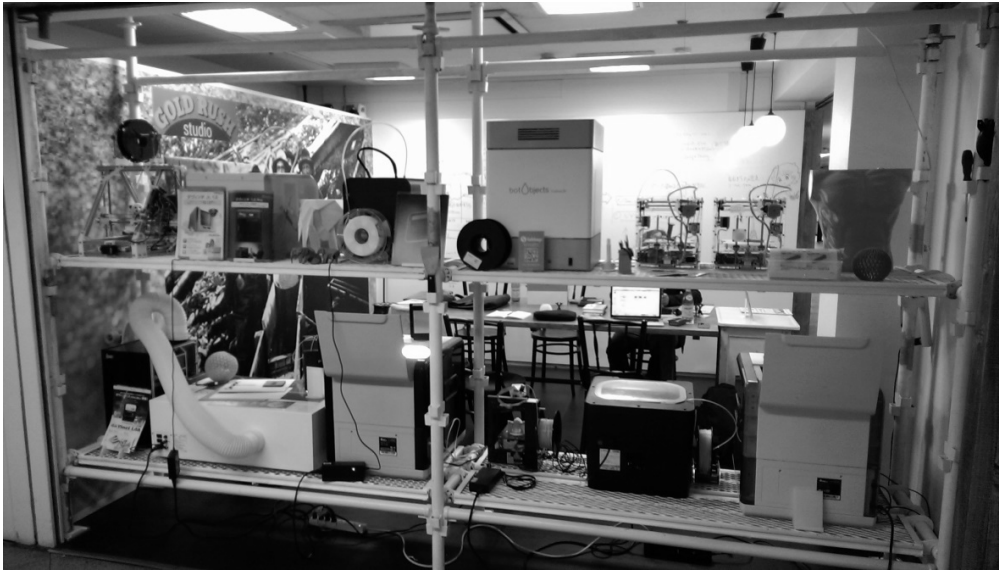
サブカルチャーの聖地として有名な中野ブロードウェイにまともに足を踏み入れたのは初めてだったが、広大な漫画店やフィギュア屋、昔懐かしのおもちゃから新進気鋭の画家の作品を扱う画廊など、なんだか面白そうなものがごちゃごちゃに集まっている様子を圧倒された。そんな中野ブロードウェイ地下1階の一角、通路を挟んだ2つのオープンスペースに3Dプリンター屋は存在した。

3 東京メイカー Webサイト <http://www.tokyo-maker.com/>



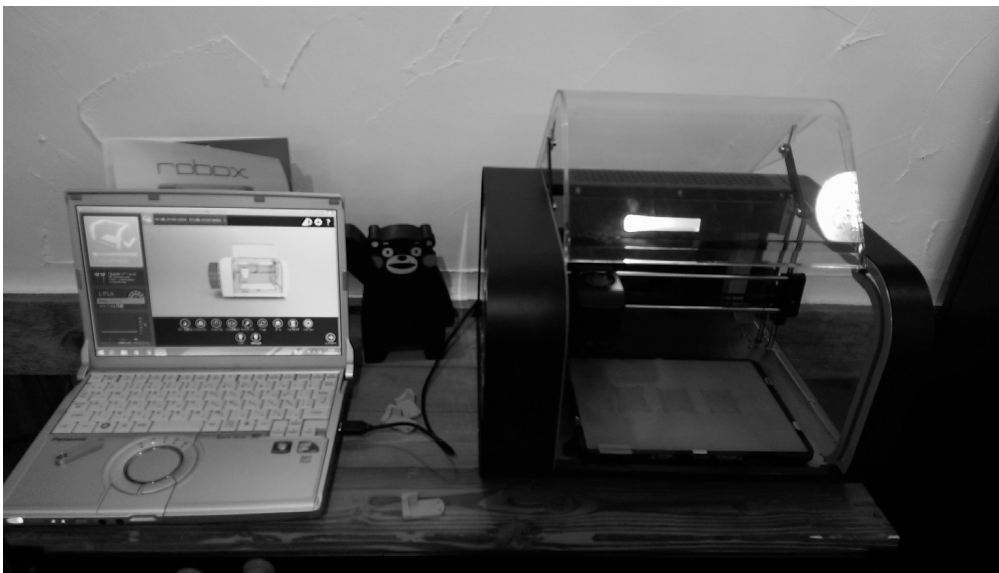
まず目に飛び込んでくるのは「あッ 3Dプリンター屋だッ!!」という大きな看板。その下には、打合せに使われるのだろうか、実際に3Dプリンタで創造された小物が敷き詰められた机が見える。その横にあるのは、ノートパソコンと直接繋がれている3Dプリンタである。





後ろを振り返ると、向かい側にもオープンスペースがあり、そこでは多種多様な3Dプリンタが棚を埋め尽くし、長机とホワイトボードを用いて議論を交わすことができるようになっている。同店によれば、現在市場に出ているほとんどの個人向け3Dプリンタが揃っているとのことである。

当日は、3Dプリンター屋を運営する、株式会社東京メイカーの山田真次郎氏、山田耕資氏、中村翼氏にご案内頂いた。3氏からは、3Dプリンタの現状と活用方法について熱い想いをお聞かせいただいたので、実際の写真を見ながら、その内容を紹介したい。



前述のとおり、サイズが比較的小さく、値段も安価な熱溶解積層式（FDM）の3Dプリンタの普及により、個人や中小企業が身近に3Dプリンタを取り扱えるようになった。上の写真は、3Dプリンタがノートパソコンと直接繋がっている状態であるが、ここまでサイズが小さいものも登場している。

山田氏によれば、3Dプリンタの普及によって「Quick & Dirty Prototyping」、つまり起業家や発明家、デザイナー等が、頭に浮かんだアイディアを、素早く、目に見える形で試作品を作る

ことができるようになったことの意義が重要だという。

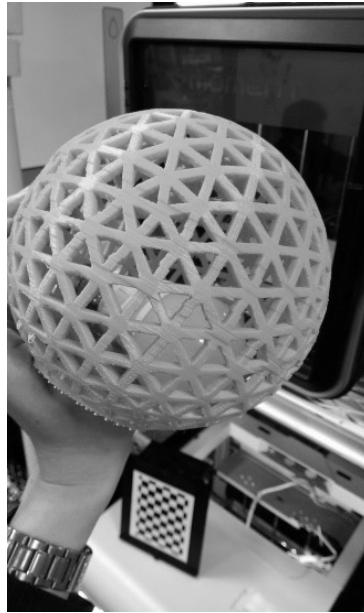
すなわち、3Dプリンタさえあれば、試作品を作るためには3Dデータと素材さえあればよく(金型や工具等が不要)、形の微調整についても、取り込む3Dデータの方をいじればよい(試作品に手作業を加える必要が無い)。これによって、試作品の制作過程の手間や時間、費用を大幅に短縮できることになるので、コストをあまり気にせず試作を繰り返すことが容易になるのである。試作の容易性は、完成品の外観調査等に大きく役立つとともに、社内や顧客向けのプレゼンテーションへの活用も期待できる。



熱溶解積層 (FDM) 式の3Dプリンタで造形中の様子。

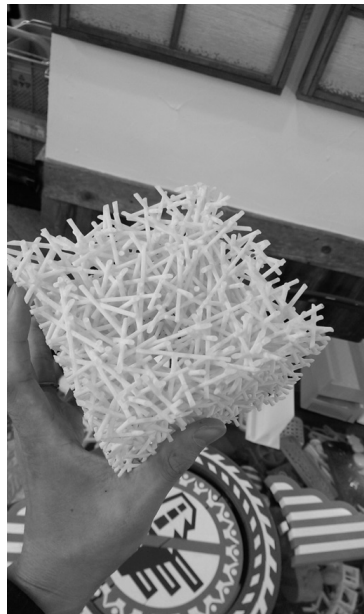


3Dプリンタで創造された指輪の「型」。例えば、この樹脂製の型を石膏に埋没させ、高熱で加熱して樹脂製の型を溶かし、石膏内に出来た空洞に金属を流し込み固める。その後、外の石膏を剥がすと、金属の指輪が出来上がる。最後に宝石の石留めや磨き上げ等の仕上げを施せば、店頭で販売される実物の完成である。曲線や構成が計算しつくされた型を一から手作りするのとは根気の必要な作業だが、3Dデータと3Dプリンタを使えばイメージをそのまま具現化できるうえに制作時間を大幅に短縮でき、その分、より多くの時間をデザインそのものにかけるようになる。



3Dプリンター屋にある3Dプリンタで造形された球状の物体。よく見ると、中に既成品の（本物の）電球が丸ごと入っているのが分かる。

これは、球状の物体が下半分まで積み重なった時点で一度3Dプリンタをストップさせ、電球を中に入れ、積層を再開させることで実現した。



3Dプリンタの重要な利点として、既存の製法では不可能な造形が実現できるという点が挙げられる。前述したジュエリーデザイナーの友人も、これが3Dプリンタの「最も魅力的」で「ワクワクする」ポイントだと言う。例えば、上の写真は、粉末焼結式の3Dプリンタで造形された照明器具である。外側部分だけでなく手の届かない内側部分まで細かな造形が施されている。人の手による歴史上究極の彫刻品としては、台湾故宫博物院にある「彫象牙透花人物套球」が思い浮かぶ。⁴現代で制作できる人間はいないと評されるこの芸術品も、3Dプリンタを使えば再現が可能となる、らしい。



上の写真は、粉末焼結式の3Dプリンタで創造された、金属製の耳飾りである。これも自由な形をしている。現状、3Dプリンタで用いることができる素材は限定的だが、一部の3Dプリンタでは、金属も素材にできる。今後、技術的に素材の限界が突破されていけば、更なる可能性が広がるだろう。



-
- 4 ちなみに、彫象牙透花人物套球を、3Dプリンタを使わずに手作業で造形しようとする、以下の様な気の遠くなる作業が必要となる。「まず象牙を球形にととのえたうえで、中心に向かって八方から円錐形の穴を穿つ。そこに特殊な小刀を差し込み、中心部の一番小さい球体を彫り出す。次いで第二層、第三層と、円錐形の穴を手がかりに、内側から外へ向かって薄いボールの皮を削り出すように、一層ずつ回転する球体を彫り出していく。円錐形の穴からすべての仕事を目で見とどけることはできない。おそらく指先のカンと、削る刃先の音の変化で見当をつけたのだろう。」*「故宮博物院秘宝物語—中国四千年の心をもとめて」(古屋奎二著・淡交社)。

最後に紹介するのは、3Dプリンタで創造された3Dプリンター屋オリジナルiphone5用ケース。表面には揺動する細かなチェーンが連なっている。ここまでのものを造形するためには、3Dプリンタの操作自体にかなりの習熟度が求められるという。山田氏曰く、「なかなか作れないので、買わないで欲しい」とか。

以上、3Dプリンター屋で撮影したいいくつかの写真を紹介した。実際に3Dプリンタを動かしていただき、目の前で立体物が造形されていった様子も含め、興奮させられるものばかりだった。

このように画期的な3Dプリンタだが、しかしあくまで工作機械の一つにすぎず、多くの製造方法の選択肢の一つにすぎない。中村氏によれば、3Dプリンタそのものも画期的ではあるが、これを活用して何をするのかこそが大事であり、他のテクノロジーや発想と組み合わせることで可能性を広げていくことに面白さがあるという。例えば、既に複数の靴メーカーが、個々人の足型に合わせたオーダーメイド型のシューズの製作に3Dプリンタを導入し始めている⁵。具体的には、3Dスキャナを使って、個々人の足の形状や踏み込んだ際にどこに力がかかるかを計測して3Dデータ化し、木型やミッドソール、アウトソール等を3Dプリンタで造形するのだそうだ。

山田氏は、3Dプリンタでアイデアを具現化することが容易になった今、ますます良いアイデアの重要性、貴重性が増していると言い、3Dプリンター屋にも、様々なアイデアを持った人々が集まるサロンとしての役割を期待しているという。試みの一つとして、東京メーカーでは、3Dプリンタを使った多種多様なアイデアを広く発掘することを目的として、中野区の後援の下、「3D-Business Digging Festival」を開催している（ICTCO（一般社団法人 中野区産業振興推進機構）との共同主催。第2回開催分は2016年9月9日で応募締切済）。

3Dプリンター屋では、私が取材をした数時間の間にも、企業人や大学教授、看板を見て興味を示した一般人など様々な人物がふらっと立ち寄り、気軽に議論を交わし合っていた。3Dプリンタに興味を持った方、我こそはアイデアを持っているという方は、是非立ち寄ってみてはいかがだろうか。

4 3Dプリンタの特徴（その他）

さて、前述した「試作が容易になりアイデアを形にしやすくなる（試作コストの低減）」「従来では不可能な造形を実現できる」という点のほかに（又は関連して）、3Dプリンタには様々な特徴と可能性がある。

まず、前述した結婚指輪のオーダーメイドや個人に合った靴の注文のように、個々人のニーズに対応した多種多様な制作が、他の方法に比べて容易になるという点だ。

次に、3Dデータを活用するという性質上、データさえ無事に送信ができれば、物を移送する必要が必ずしも無くなる。例えば、ある製品の一部が壊れた場合に、メーカーが消費者に修理部品を送ったり、消費者が壊れた現物をメーカーに郵送するのではなく、メーカーが3Dデータを提供して消費者自身に修理部品をプリントアウトしてもらう方法がある。⁶ 地下空間、海中空

5 例えばadidasの試みについて、「Futurecraft 3D」<https://www.youtube.com/watch?v=3RucyZiPfjw>

6 『シンセサイザーの交換パーツは「3Dプリンターでご自由にどうぞ」』

<http://wired.jp/2012/10/06/synthesizer-lets-you-3-d-print-your-own-parts/>

間、宇宙空間など、建築物を建造したくても資材を持ち込むことが著しく困難な場所において、当該場所に存在する素材を用いて3Dプリンタを活用することで、その場で建築が可能となる⁷。

一方、3Dプリンタを使って同一のものを多く生産するとなると、素材の値段や3Dプリンタ運用コストが高つくため、射出成形や切削加工に比べコストが割高になると言われる。そのため、現状では大量生産には向いていないかもしれない。

また、積層させて造形するという仕組み上、想像を形にするためには様々な手作業が必要となることがある。例えば、下に何も無い箇所には積み重ねることが物理的に不可能であるため、積層を開始したい箇所にサポート材を設置する必要があるし、後に手で剥がしたり、液体で除去をする必要がある。積層させる位置や温度管理にも気を使う必要があるし、素材を射出する方式の場合は射出口のコンディションも保たなくてはならない。3Dデータの取り込みも正しく行わなければならない、3Dデータそのものが壊れている場合にはそもそもどうにもならない。つまり、3Dプリンタは素材とデータさえ用意すれば自動的に何でも創ってくれる魔法の道具ではなく、操作等の習熟が必要である。また、他人が作成したデータをそのまま利用できる一方で、オリジナルの3Dデータを一から作成することは、専門知識を有しない通常の一般人には相当に困難と思われる。

5 3Dプリンタに関する法的問題点

弁護士が執筆する原稿なのだから、本来はここを重点的に書くべきなのかもしれないが、本稿においては、ほぼ割愛させていただく。要点のみ挙げると、知的財産的観点からは、3Dデータの知的財産的保護（著作権や、不正競争防止法上の「営業秘密」等）、立体著作物を基にした3Dデータ作成に伴う複製権侵害、それをネットで公開することによる公衆送信権侵害、当該3Dデータを3Dプリンタに取り込んで立体物を創造することに伴う複製権侵害等が問題となる。また、現在も技術的進化を遂げている最中であるため、特許紛争が発生することも考えられる。一定の内容の3Dデータの頒布、又は3Dプリンタでの造形が刑事上の罪に問われた事案も存在する。⁸

6 おわりに

以上、3Dプリンタについて、3Dプリンター屋の取材と文献調査を通じて得た私なりの理解を紹介させていただいた。今はまだ、インクジェット式のものや高精度な再現能力を持つハイエンドモデルは非常に高価で、とても個人や中小企業が手を出せるものではない。取り扱える素材もまだ限定的であり、造形スピードも時間がかかる等、技術的な限界もある。しかし、3Dプリンタは今もなお急激に進化を続けている工作機であり、様々なテクノロジーや発想と組み合わせることによって思いもよらない新しい体験が生まれる可能性が高い分野である。

手元にある2014年刊行の文献には、3Dプリンタで作成できるものには素材の限界があるため、例えば衣服らしき外見のものが作成できても、既存の洋服のような着心地の良いものを作る

7 『NASA、地球からデータを送って、国際宇宙ステーションの3Dプリンターで出力』 <http://wired.jp/2014/12/22/3d-printed-space-wrench/>

8 ろくでなし子事件（東京地判平成28年5月9日・平成26年（刑わ）3268号）、3Dプリンタ拳銃事件（横浜地判平成26年10月20日・平成26年（わ）670号）

のは困難だろうとの記述があったが、2016年9月15日には、3Dプリンタで編み上げた伸縮性のあるニットが開発されたとのニュースが発表された。⁹「従来の技術では不可能な造形を実現できる」「オーダーメイドに対応しやすい」という3Dプリンタの利点を最も体現する領域として医療分野での活躍も期待される。既に3Dスキャナと3Dプリンタを活用して、患者一人一人に適合する歯列矯正器具を作成したり、顎関節や骨を創造し身体に埋め込む手術が現実に行われており、遂には細胞研究と組み合わせて身体の部分¹⁰、あるいは臓器そのもの¹¹の創造の研究開発も進められているようだ。

今後の3Dプリンタと、3Dプリンタを活用した人間の進化に注目していきたい。

以 上

9 「AMIMONO」(STARted) <https://started.jp/437>

10 「耳の再生に活用 iPS細胞+3Dプリンター 京大・東大」(産経ニュース)
<http://www.sankei.com/life/news/130728/lif1307280010-n1.html>

11 「iPS細胞等を用いた立体組織・臓器の開発に着手―骨や血管、心臓などをバイオ3Dプリンタや細胞シート積層技術で製造へ―」(NEDO国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構)
http://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100328.html