

**ファブ社会における新しいものづくりの
情報流通等に関する調査研究
報告書**

平成29年1月

総務省情報通信政策研究所

目次

1. 本調査研究の概要	4
1.1. 本調査研究の背景・目的	4
1.2. 調査対象	4
1.3. 調査方法	7
1.4. 調査仮説	8
(1) 情報基盤全体像	8
(2) ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマット	9
(3) ものづくりを支えるネットワーク基盤	11
(4) ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通	14
2. 調査実施概要	17
2.1. 調査の枠組み	17
2.2. 公知情報調査	19
2.3. インタビュー調査概要	20
2.4. 実証実験	21
(1) テーマ設定	21
(2) テーマ①農業分野における検証	22
(3) テーマ②福祉分野における検証	25
(4) 実証環境	28
(5) 情報基盤の構築	32
3. 調査結果	35
3.1. ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマット	35
(1) 調査結果	35
(2) 仮説検証結果サマリ	38
(3) 公知情報調査結果	39
(4) インタビュー調査結果	42
(5) 実証実験結果	42
3.2. ものづくりを支えるネットワーク基盤	44
(1) 調査結果	44
(2) 仮説検証結果サマリ	49
(3) 公知情報調査結果	55
(4) インタビュー調査結果	58
(5) 実証実験結果	60
3.3. ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通基盤	64
(1) 調査結果	64

(2) 仮説検証結果サマリ	67
(3) 公知情報調査結果	70
(4) インタビュー調査結果	77
(5) 実証実験結果	79
3.4. ものに関するデータを流通・共有化するために必要となる情報基盤全体像	81
(1) 企画	82
(2) 設計	83
(3) 試作	83
(4) 製造	84
(5) 流通	85
(6) 二次創作	85
4. さいごに	86
図表 1 ファブ社会における新しいものづくり	5
図表 2 ファブ社会で求められる情報基盤	7
図表 3 調査方法	8
図表 4 デジタルファブリケーションを活用したものづくりに係る情報基盤全体像	8
図表 5 インタビュー調査対象者	20
図表 6 農業テーマ 実施体制	24
図表 7 EXIII 社の HACKBERRY	26
図表 8 福祉テーマ 実施体制	27
図表 9 実証実験で活用したサービス・ツール	28
図表 10 実証環境システム構成	32
図表 11 調査結果記載構成	35
図表 12 ファブカプセル構成イメージ	37
図表 13 CHEMSHERPA における主な情報伝達項目	40
図表 14 成形品データ作成支援ツール説明資料	41
図表 15 ファブコラボレーション基盤の構成イメージ	47
図表 16 インダストリー4.0 の主な研究開発プロジェクト	56
図表 17 素材データベースの構成イメージ	66
図表 18 MATERIALS LIBRARY 画面 1	73
図表 19 MATERIALS LIBRARY 画面 2	74
図表 20 FABLAB 仙台 - FLAT 内のリアルな素材データベース	75
図表 21 「工場検索エンジン『エミダス』」検索イメージ	76
図表 22 原料・受託バンク トップページ	77
図表 23 ものに関するデータを流通・共有化するために必要となる情報基盤の全体像	81
図表 24 企画段階での活用イメージ	82
図表 25 設計段階での活用イメージ	83
図表 26 試作段階での活用イメージ	84
図表 27 製造段階での活用イメージ	85

別紙 1 複数拠点間コラボレーションものづくりのための手引書例

別紙 2 実証実験結果詳細

1. 本調査研究の概要

1.1. 本調査研究の背景・目的

ブロードバンドの普及、情報通信機器の能力向上や多様化に伴い、企業・国民等が容易に大量なデータを扱える環境が整いつつある中、従来組織や業界内等でのみ利用されていたデータを社会やビジネスにおいて効果的に利用することのできる環境の実現にも期待が高まっている。

一方、情報通信技術（ICT）の飛躍的な発展により、3D プリントやレーザーカッターに代表されるデジタルファブリケーターがインターネットにつながることで、「もの」と「情報」が不可分になる新しい空間が生まれるとともに、それら機器の価格が低廉化し一般の市民層へ広がり始めたことで、ものの生産・流通・消費が大きく変貌し始めている。

新たなものづくりの始まりとマーケット構造の変化が生じる中で、生産者と消費者を隔てていた垣根は緩やかに崩れ始め、生産、流通、消費の構造が大きく変わろうとしている。3D プリント等のデジタルファブリケーターを用いた個人レベルでの自由なものづくり（生産）が行われ、そのものが 3D データの形態でネットワーク上を流通し、販売（消費）される社会（＝「ファブ社会」）が到来し、デジタルファブリケーション技術の進展とマーケット構造の変化が起こりつつある。

このような背景のもと、総務省情報通信政策研究所においては、デジタルファブリケーターの普及による新しい「ものづくり」の動きが社会に与える影響を「ファブ社会の展望に関する検討会報告書」（平成 26 年 6 月）として、また、ファブ社会を支える情報基盤、制度的基盤等の在り方について「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）として取りまとめたところである。

本調査研究は、これらの報告書を踏まえ、ファブ社会の実現に向け、ものに関するデータを流通・共有化するために必要となる情報基盤の機能及びデータの仕様等を検討・整理し、その機能について検証を行うとともに、その有効性を評価することにより、ファブ社会におけるデータ流通のためのネットワーク基盤に係る技術要件等を明確化し、来たるファブ社会の健全な発展に資することを目的として実施した。

1.2. 調査対象

「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）では、ファブ社会においては、従来の製造業による生産に加えて、個人レベルの新しいものづくりが行われることとなると指摘している。その形態にはいくつかの種類が考えられ、従来の製造業については、生産プロセス等に変革が生じ、個人レベルのものづくりについては、目的や方法により様々な形態が想定される。

具体的には、①既存の製造業者がデジタルファブリケーションによりものづくりのプロセス変革を起こす形態（製造業における設計・試作工程の短縮、従来できなかった形状の構造物の構築、多品種対応等、ドイツの“Industry4.0”に近い概念）、②個人レベルのものづくりで、自分が必要とするものを自ら作りだす形態（DIY のように身の回りのものを構築・修理する活動や手芸や工作のような趣味としての活動の延長）、③小規模ロットで個人が作ったものを他人に無償でプレゼントしたり、フリーマーケット等で不特定多数に販売したりする形態、④個人と製造業者がコラボレーションしながらものづくりを行う形態（個人が新しく構想しプロトタイプとして作り上げたものについて、製造業者が本格的な製造工程を担う）、⑤様々なプレーヤーがネットワーク等を通じてコラボレートしながらものづくりを行う形態（共創））の 5 つである。

図表 1 ファブ社会における新しいものづくり



出典 「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」(総務省)

このような新しいものづくりの形態が実現することによって、これまでものづくりに参加してこなかった個人がネットワーク上に流通する3Dデータをもとに自由な発想で創作を行い、その3Dデータが再びネットワーク上を流通し、それをもとに別の個人や企業が新たな創作を行う二次創作、三次創作によって派生系の新しいものが生まれていく、というようにものづくりの環が循環しながら拡大していくようになる。そのような状況の中で、企業も個人によるカスタマイズや創作を前提とし、個人がニーズに応じて独自のアレンジを加えることができるような「余白のある製品・ハッカブルな製品」を提供し、それにより個人が自由な発想で新しいものを生み出しやすくなる、ということも考えられる。

このように、ものづくりに今まで関わってこなかった個人がものづくりに参加することや、ファブ社会における新しいものづくり④個人と製造業者がコラボレーションしながらものづくりを行う形態、⑤様々なプレーヤーがネットワーク等を通じてコラボレートしながらものづくりを行う形態のように多様な主体がものづくりに参加し、コラボレーションすることにより、従来の製造業とは異なる発想、方法で今までにないアイデアが生まれる可能性が高まり、新しいイノベーションの発展と経済の活性化が期待できる。

また、従来我が国が得意としてきた、製造条件、製造環境、データ、素材、ファブリケーション機器のすり合わせ技術による高品質なもののづくりの価値を更に高める方向性として、データや素材などすり合わせる個々の要素が「今までにない」ものになることで、まったく新しい高品質なものが生まれ「日本品質」を世界にアピールすることができるものと考えられる。

一方で、ファブ社会においては課題も出てくると想定されている。ハッカブルな製品、二次創作製品の増加によって、ものづくりの設計・製造プロセスに非常に多くの関係者が関与することとなり、関係者ごとの製造への寄与度を把握しづらくなり、何か問題が起こったときの責任の所在がどこにあるのか判断が難しくなることが考えられる。また、これまでものづくりに関わってきていない個人もものづくりに参加し、自分の製作物を流通できるようになることから、個人でも、知的財産管理、製造物責任、品質保証といった法的分野に関して理解し、対応

していかなければならなくなる。

ファブ社会の健全な発展のために必要な情報基盤を考える際には、ファブ社会構想をより健全に加速させるためのもの、ファブ社会の進展に伴い発生してくるであろう課題に対応するためのもの、2方向からの検討が必要である。

まず、ファブ社会の進展を加速させていくためには、ものづくりに参加する個人や組織が創造性を発揮しやすくし、コラボレーションを円滑に進めるような基盤が必要だと考えられる。ものづくりの際に作りたいものに合った素材や加工方法を検索しやすくすることや、「今までにない」製品アイデアを生み出しイノベーションにつなげるために、まったく新しい素材を紹介しマッチングをするような基盤も必要となる。また、多様な主体によるコラボレーションを円滑にするための情報伝達のための基盤や、遠隔地や異なる種類の機器を利用した場合においても、より効率的にもののデータをやり取りできるよう、異なるメーカーのデジタルファブリケーター間の互換性を持たせることや、ものに関してどのような情報をやり取りするのか整理し、情報項目、データフォーマットを共通化することも必要となる。

課題への対応に関しては、ものづくりに関する設計・製造・流通の履歴をデータで追えるようにすることで、責任の所在がどこにあるか確認しやすくなることが考えられる。また、個人の法的対応の負荷を減らすために、例えば活用する素材に関する規制について正しい知識を得られるように素材情報が蓄積・閲覧できるような状態になっていることも必要になると考えられる。

以上のことから、ものに関するデータを流通・共有化するために必要となる情報基盤については以下の三つの検討が必要だと考えられる。

1 ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマット

素材や生産、流通等に関する情報や、知的財産管理や製造物責任等に関する情報等、ものづくりにおいて扱うこととなるデータについてのデータ項目、形式

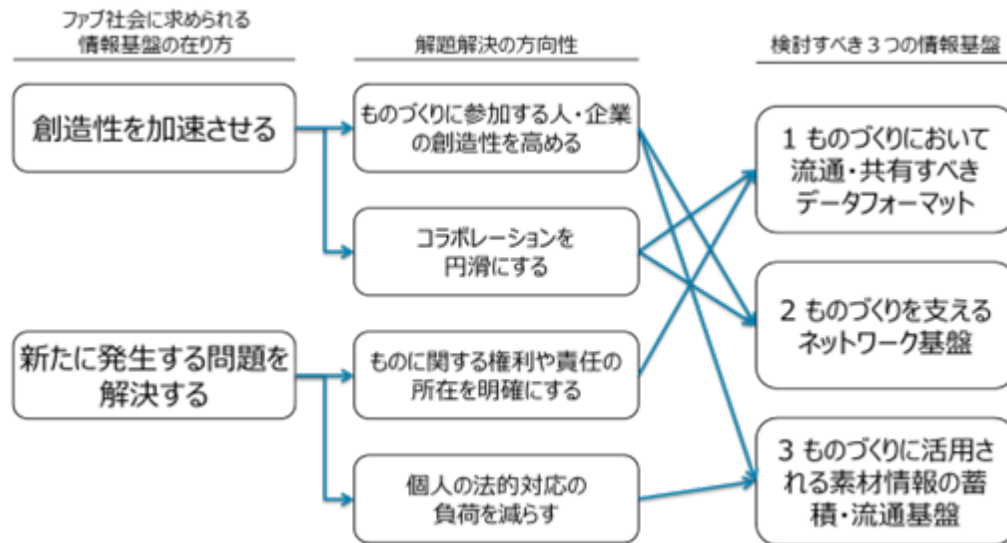
2 ものづくりを支えるネットワーク基盤

遠隔地や異なる種類の機器を利用した場合においても、より効率的かつ効果的にもののデータを流通・共有化するために必要なネットワーク基盤

3 ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通基盤

多様なものづくりの主体に対し、ものづくりに際し必要となる素材の性質情報や品質情報、関係する規制等についての素材情報を提供・共有するため、素材情報を収集・蓄積する基盤

図表 2 ファブ社会で求められる情報基盤



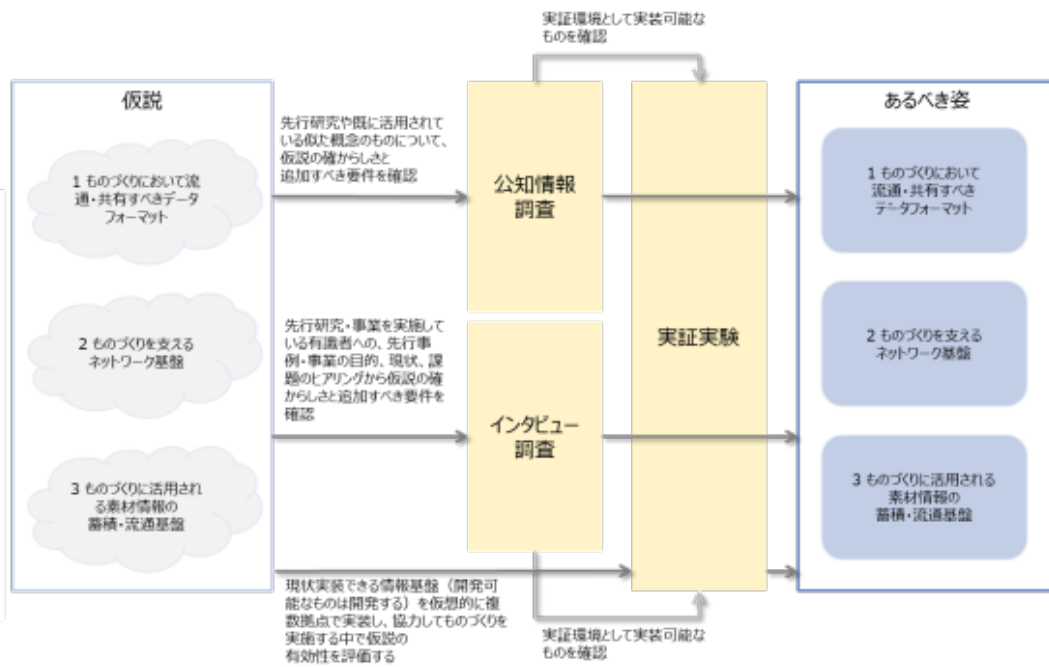
1.3. 調査方法

「1.2 調査対象」で調査対象として規定した三つの情報基盤要素について、それぞれ調査仮説を構築し、仮説の確からしさについて、先行研究や既に活用されている似た概念のものについて、要件の確認と現在実装可能かどうかを調査する「公知情報調査」、3要素に関する研究や事業を実施している有識者に、現状実装できる要素、現状の課題、今後の展望を確認する「インタビュー調査」、「公知情報調査」「インタビュー調査」で確認した現状実装できる情報基盤を仮想的に複数拠点で実装するとともに、開発可能なものは開発する。その情報基盤を活用しながらものに関する情報をやり取りし、ファブ社会における新しいものづくりの形態⑤様々なプレーヤーがネットワーク等を通じてコラボレートしながらものづくりを行う形態を実際に作り出し、協力してものづくりを実施する中で仮説の有効性を評価する「実証実験」を実施する。

なお、現在まだ実装することができず「実証実験」で評価できない情報基盤の要素に関しては、「公知情報調査」「インタビュー調査」から、先行事例・研究を通じて要件を抽出することとする。

上記の調査方法によって、ファブ社会におけるデータ流通のためのネットワーク基盤に係る技術要件等を明確化することとする。

図表 3 調査方法

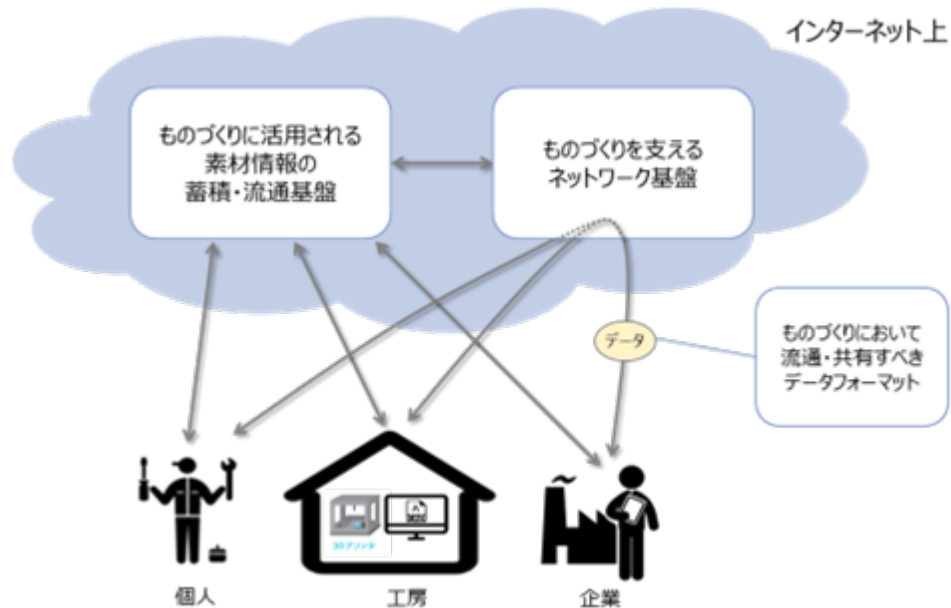


1.4. 調査仮説

(1) 情報基盤全体像

ものづくりを支えるネットワーク基盤とものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通基盤は、個人やデジタルファブリケーター機器を設置している工房や企業など、属性にかかわらずアクセスが容易なようにインターネット上のサービスとして提供されることが望ましい。個人、工房、企業などものづくりの主体が基盤に接続し、ネットワーク化され、そのネットワーク上をものづくりに関するデータが標準化されたデータフォーマットで行き来する、という構成が考えられる。

図表 4 デジタルファブリケーションを活用したものづくりに係る情報基盤全体像



(2) ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマット

「1.2 調査対象」で整理したように、ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマットには、ものに関する権利や責任の所在の明確化に貢献する機能と、コラボレーションの円滑化に貢献する機能の二つの機能が求められる。

ファブ社会において製作者の権利や作られたものに関する責任の所在を明確にするためには、誰が、どのように設計・製造し、その後誰が改変したのかなどものに関する全ての情報を管理できる仕組みが必要になると考えられる。

また、個人、企業など様々な主体による円滑なコラボレーションを可能にするという観点では、ものづくりの過程で発生するデータのやり取りを容易にする仕組みも必要になると考えられる。各主体が使用するツールが異なりデータに互換性がない場合、ものづくりの工程をうまく引き継げない・分担できない問題が生じる、認識の齟齬が発生するなどして、円滑にコラボレーションができなくなることが懸念されるためである。

以上を踏まえると、ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマットとは、ものの権利や責任に関する情報・ものの製作に関する情報のすべてを一元管理（格納）し、様々な主体が共通で使えるデータ形式である必要があると考えられる。

更に、上記データフォーマットに書き込まれた情報を RFID タグ¹等に出だし、ものと紐付けることも実際の運用に際しては必要になると考えられる。

また、「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）においても「ファブカプセル」という新たなデータフォーマットによるデータの管理が提唱されていた。ものに関するあらゆるデータを標準化するとともにデータフォーマットにパッケージ化し、もの自体とそのものに関わるあらゆるデータを 1 対 1 に対応させ、紐付ける構想である。

そこでは大きく二つの要素が指摘されている。（報告書より抜粋）

- ・ ファブ社会で製作されるものは 3D プリント以外のデジタルファブリケーターも含まれるため、全てのデジタルファブリケーターを対象にし、3D データに関連するあらゆる情報を網羅すること。
具体的には、個体認証 ID、3D データ、素材データ、加工データ、レシピ情報、複合製造（組立て）データ、ライセンス情報（著作者、ライセンス）、流通データの 8 項目の情報が必要である。
- ・ 製造・販売戦略に対応するにはノウハウ等の秘匿が欠かせないため、全ての項目で公開/非公開の設定を行えるようにすること。

なお、運用フローとしては、ものが完成した後にその製造過程で発生したデータを一つのデータフォーマットのファイルに保存し、その情報をもとと紐付けることを想定している。

上記の要求内容を踏まえると、ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマットには次のような機能要件が必要であると仮説を立てることができる。

なお、本報告書では、「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）を踏襲し、ものづくりにおいて流通・共有すべきデータを管理する手法の呼称を「ファブカプセル」とする。

¹ RFID は radio frequency identifier の略。無線電波を利用して非接触で IC チップ（タグ）の中のデータを読み書きする技術であり、「モノ」の識別に使われている。（<http://www.dsri.jp/standard/epc/rfid.html> をもとに記載）

1) ファブカプセル機能要件

i. 情報項目

No	情報項目	内容
1	個体認証 ID	・ ものに対し、ユニークに割り当てられる番号
2	3D データ	・ ものの形状に関する三次元の情報 ・ ものづくりの設計段階で生成される。
3	素材データ	・ リアルなものとして出力・組立てする際に使用する素材の情報 ・ ものづくりの仕入段階で生成される。
4	加工データ	・ NC 工作機（数値によって制御する工作機。3D プリントもこれに当たる）における、軸の移動を制御するための G コード ・ ものづくりの製造段階で生成される。
5	レシピ情報	・ ものづくりの際のレシピ情報。料理のレシピのように、材料や作り方などものづくりにおける過程が記されている。出力者、組立て者情報もここに記載する。 ・ ものづくり全体を通じて生成される。
6	複合製造データ	・ 複数の機器を活用して一つのものを作る際に、複数の機械へ一括して出力・組立てを命令する情報 ・ ものづくりの製造段階で生成される。
7	ライセンス情報	・ データ、ものに関する知的財産権を保有する人・企業に関する情報や付与されているライセンスの情報 ・ 著作権のように出願登録が不要な権利の情報に関してはデータ等が生成された段階で、特許権・意匠権・実用新案権・商標権のように出願登録が必要な権利の情報は出願登録後に発生する。
8	流通データ	・ ものがどのように流通したかの情報 ・ ものの販売・流通段階で生成される。

ii. データ形式

上記の情報項目をデータフォーマットとして一つのデータファイルに格納できる形式とする。

なお、ユーザーが情報項目によって公開/非公開を選択できるよう、各情報項目は公開/非公開のフラグを持つこととする。

また、本データフォーマットを流通・共有させるために、以下のようなデータの標準化や運用面を支えるための仕組みの構築が必要になると考えられる。

- ・ データ作成・編集・参照する仕組み

上記データフォーマットのデータファイルをユーザーが作成、編集、参照するための仕組みが必要。データファイルの作成、編集、参照用のアプリケーションソフトウェアを開発する必要があると考えられる。

- ・ 個体認証 ID を発行する仕組み

個体認証 ID を発行、管理する主体が必要になる。誰もが簡単に個体認証 ID を発行できる仕組みが構築されることが望ましい。

- ・ データファイルとものを紐付ける仕組み

上記フォーマットのデータファイルと製作されたものを紐付けることが必要。データファイルを RFID タグ等により出力し、ものに付加する仕組みが考えられる。

(3) ものづくりを支えるネットワーク基盤

「1.2 調査対象」で整理したように、ものづくりを支えるネットワーク基盤には、ものづくりに参加する人・企業の創造性を高める機能と、コラボレーションを円滑にする機能、二つの機能が求められる。

ものづくりに参加する人・企業の創造性を高めるためには、他人のものづくりにおけるプロセス（設計データ、ものづくりの手順）とストーリー（そのものが作られた背景、設計意図）の両方を参照できるようにして、他人からの刺激を受けて創造性を喚起することが考えられる。また、そのノウハウを効率的に活用できるよう、デジタルファブリケーターにものづくりのプロセスとストーリーのデータ（以降レシビデータと呼ぶ）を取り込めるようにする機能も必要となる。

また、コラボレーションを円滑にするためには、物理的に離れた遠隔地であっても同時並行的に同じデータを編集して共同設計が行えたり、同時中継で状況を共有できるようにしたりと同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーション環境を実現することや、作業効率化のために他拠点の設備も遠隔監視・操作できるような環境を構築したり、拠点間で異なる設計ソフトやデジタルファブリケーターを利用していた場合にデータ変換を容易にすることなどによって、拠点間のやり取りをスムーズにする必要があると考えられる。

ファブ社会での多様な主体によるコラボレーションの形態として、「個人/工房と企業（工場）」、「個人/工房同士」といったコラボレーションが考えられる。特に企業（工場）とのコラボレーションにおいては、工場の生産設備をネットワーク化し、各設備の生産能力、稼働状況を公開することや、活用できる工場設備の検索を可能にするなどの環境が整えられることで、企業も巻き込んだものづくりのコラボレーションが進むと想定される。（ものづくりにおけるコラボレーションが進展することが考えられる。）

また、「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）においては、ものづくりを支えるネットワーク基盤として「ファブコラボレーション基盤」という 5 階層のネットワーク基盤が提唱されている。提唱されている内容は以下のとおりである。

階層	「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月） における検討内容
第 1 層 工場のネットワーク化・スマート化	・ 工場を API（Application Programming Interface）化し、外部とスムーズにつなぐ ・ 工場の稼働状況、生産能力を可視化、提示、共有するとともに、データベース化する

第2層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	・ 円滑なコミュニケーションが可能になる遠隔会議システムの「工房版」 ・ 同時に設計や変更が行える協調デザインシステム（建築分野でいう BIM（Building Information Modeling）） ・ OS に依存しないサーバサイドシステムとして実装されることが望ましい
第3層 デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	・ 全てのデジタル工作機械の出力データ、入力データ、加工データ、機器情報、パラメーター設定について、インターネットを通じて、遠隔操作、遠隔監視を行う ・ 危険物等を造形しない仕組み、勝手に機械が操作されない造形中の機器の安全確保、他人が勝手に自分の機器に出力しないようにするフィルター設定等 ・ イン트라ネットではなく、外部に直接つながり仕組み、様々なプラットフォームが使われている中でプラットフォームに依存しない仕組みとする
第4層 標準化されたものデータ、材料データの流通	・ 3D プリンタにとどまらず、あらゆるデジタルファブリケーターで利用可能なデータとして標準化を行う ・ 多様なデータをそれぞれのデジタルファブリケーターに合わせて変換する ・ 素材データについても、設計ソフト、CAD から読み出せる形の素材データベースを構築し、その情報の流通を図る
第5層 アイデアやレシピの交換とラーニング環境	・ 完成されたレシピによる再現性を担保するための仕組み ・ 0（ゼロ）からものを作り出す際の試行錯誤の過程を物語として共有できる仕組み ・ アイデア、レシピが引用され、進化していくことを促すための仕組み ・ 引用、改造などのものづくりに関する全ての履歴が残ることで、ものづくりのノウハウが継承されていく ・ クリエイティブ・コモンズ²などのライセンス²も同時に実装する

上記の内容を踏まえると、ものづくりを支えるネットワーク基盤については、次のような要件が求められると仮説を立てることができる。

なお、本報告書では、「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）を踏襲し、ものづくりを支えるネットワーク基盤の呼称を「ファブコラボレーション基盤」とする。

² クリエイティブ・コモンズ・ライセンス（CC ライセンス）はインターネット時代のための新しい著作権ルールで、作品を公開する作者が「この条件を守れば私の作品を自由に使って構いません。」という意思表示をするためのツール。「表示（BY）」、「非営利（NC）」、「改変禁止（ND）」、「継承（SA）」という 4 つの条件を組み合わせた 6 つのライセンスとマークが用意され必要に応じて適切な組み合わせのライセンスを選ぶことができる。（<https://creativecommons.jp/licenses/>）

1) ファブコラボレーション基盤機能要件

階層	機能	要件
第 1 層 工場のネットワーク化・スマート化	工場の稼働状況可視化機能	工場における人や機械の稼働状況を自動的に算出し、参照可能とする機能
	工場の生産能力可視化機能	工場に勤務する人の能力や保有する機械、工場が独自に保有している技術等、工場の生産能力を登録し、工場内外の人から参照可能とする機能
	工場検索機能	稼働状況や生産能力に関する各項目から工場を検索する機能
第 2 層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	複数拠点同時中継機能	複数拠点にあるカメラから映像を同時中継する機能。接続先をそれぞれが選ぶ、招待するなどして各拠点がつながることを想定している。接続されている拠点の映像全てが常に表示されていることが望ましい。
	協調デザイン機能	複数の主体により、同時に一つのものを設計する機能
第 3 層 デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	遠隔操作機能	デジタルファブリケーターを遠隔地から操作する機能。操作する際は、認証システムを導入し他人が勝手に操作できない仕組みとする。
	遠隔監視機能	デジタルファブリケーターを遠隔地から監視する機能。監視する際は、認証システムを導入し他人が勝手に監視できない仕組みとする。
第 4 層 標準化されたものデータ、材料データの流通	データ変換機能	同一のデータをデジタルファブリケーターに応じて最適なフォーマットに変換する機能

第5層 アイデアやレシピの交換 とラーニング環境	レシピ共有機能	ものづくりの過程をレシピとして登録、更新、参照する機能
	レシピ引用機能	登録されたレシピを引用して新たなものが作り出されることを促進するため、既にあるレシピを引用・改変してデジタルファブリケーターからデータを出力する機能

2) 情報セキュリティ要件

ものづくりを支えるネットワーク基盤は、多様な人が利用すること、全てのデジタルファブリケーター、工場設備との接続をすることを前提にしている。そのため、個別の機器、システムのセキュリティだけでなく、主体認証による利用制限、セキュリティが破られた際にその影響範囲、原因を特定するためのログの取得・管理といった、ネットワーク全体に対してのセキュリティを維持するために必要な要件が新たに必要になる。

従来のセキュリティ要件としては、情報基盤とのデータのやり取りを秘匿化するためのデータ暗号化、ウィルスからシステムを守る不正プログラム対策、外部からの攻撃からシステムを守るための標的型攻撃対策がその機能要件として考えられる。

ネットワーク型システムに必要な情報セキュリティ要件としては、基盤の利用者を特定する主体認証機能、利用者ごとのアクセス権限を管理する権限管理、アクセス制御機能、セキュリティが破られた際にその影響範囲、原因を特定するためのログの取得・管理機能が考えられる。

【従来のシステムの情報セキュリティ要件】

- ・ データの暗号化
- ・ 不正プログラム対策
- ・ 標的型攻撃対策

【ネットワーク型システムに必要な情報セキュリティ要件】

- ・ 主体認証
- ・ 権限管理
- ・ アクセス制御
- ・ ログの取得・管理

(4) ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通

「1.2 調査対象」で整理したように、ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通には、ものづくりに参加する人・企業の創造性を高める機能と、ものづくりにおける個人の法的対応の負荷を減らすための機能の二つの機能が求められる。

ものづくりに参加する個人や組織の創造性を高めるためには、ものづくりを実施したい人・組織が作りたいものに合わせて新素材も含めた素材を見つけやすくすることや、素材がどう活用できるのか理解を促すとともに、性質情報を踏まえた設計を容易にするなど、素材活用を効率的に可能にするための仕組みが必要になると考

えられる。

また、ものづくりにおける個人の法的対応の負荷を減らすためには、ものづくりの際に活用する素材の性質・性能・関係する規制について正しい知識を得られるよう、データが提供されることが必要になると考えられる。

以上を踏まえると、素材情報の蓄積・流通の基盤とは、素材に関する性質情報や活用方法、関係する法規制などの情報を素材生産者が登録・更新し、ユーザーがそれを参照・検索したり、素材を探しているユーザーと素材生産者をマッチングしたりするような機能を有するものと考えられる。

一方で、素材生産者側の立場に立つと、機密情報に関わる部分の記載がある場合や、関係者のみに閲覧させたい場合もあると想定されるため、素材生産者が素材情報の公開・非公開を設定できるようにする機能も必要だと考えられる。

また、昨年度の「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）においても「素材データベース」という素材情報を収集・蓄積する基盤が提唱されていた。ものづくりに際し必要となる素材の性質情報や品質、関係する規制についての情報等を提供・共有したり、新素材を紹介しマッチングを図る基盤である。

そこでは大きく三つの要素が指摘されている。（報告書より抜粋）

- ・ ものづくりにおいて情報交換する素材の情報を標準化し、成分情報だけでなく、品質を保証するための試験・検査方法などについても記載をする
- ・ 専門家だけではなく誰でも素材の性質を理解してものづくりを行うことができるように、そのような情報を設計ソフト、CAD ソフトに取り込めるようにしておく
- ・ 材料を提供する者と材料を使う者のマッチングを支援する機能が必要

上記の内容を踏まえると、ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通基盤については、次のような要件が求められると仮説を立てることができる。

なお、本報告書では、「ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書」（平成 27 年 7 月）を踏襲し、ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通の仕組みの呼称を「素材データベース」とする。

1) 素材データベース機能要件

機能	内容
素材データ登録機能	素材に関する情報をデータベースに登録する機能。素材情報を閲覧できるようにするために、まずは素材情報を登録できる機能が必要である
素材データ更新機能	データベース上にある素材に関する情報を更新する機能。情報はできる限り最新のものを掲載することによって、データベースの信頼性と有効性を高めることができるため、一度登録した情報を随時更新できるようにしておく必要がある
素材データ参照機能	データベース上にある素材に関する情報を参照する機能。ものづくりの主体が蓄積された素材に関する情報を閲覧し、ものづくりに生かすことができるように、データを参照する機能が必要である
素材データ検索機能	データベース上にある素材に関する情報を検索する機能。ものづくりの主体が自分のニーズに合った素材の検索ができるよう、データベースの中から素材情報を検索できる機能が必要である

素材データ出力機能	設計用ソフトウェア、CAD ソフトウェア等が素材の情報を保持させる機能を具備するようになることを想定し、素材データをそれらのソフトウェアに取り込める形式で出力する機能
マッチング支援機能	データベース上にある素材の提供者と、その素材を使用したい者のマッチングを支援する機能。参照している素材情報のページから、メーカー/生産者に注文若しくは連絡を取れるようにする
公開範囲設定機能	登録した素材情報について、登録者が公開、非公開の権限を設定する機能。企業間で素材データベースを活用した開発を行うことも想定し、公開、非公開の条件を付与できることが望ましい。例えば、パスワード付きで公開とすることで、パスワードを知っている者のみが参照することができるようにする。若しくは、権限グループ設定を取り入れることで、あるグループのみ公開することを可能にする。

2) 素材データベース情報項目

素材データベースで扱う情報項目に関しては、調査で詳細を明らかにすることとするが、以下の情報についての記載があることが望ましいと考えられる。

- ・ 素材名
- ・ 性質情報
- ・ 活用方法
- ・ 関係する法規制

2. 調査実施概要

2.1. 調査の枠組み

「1.3 調査方法」に記載したとおり、構築した仮説の確からしさについて、先行研究や既に活用されている似た概念のものについて、要件の確認と現在実装可能かどうかを調査する「公知情報調査」、3要素に関する研究や事業を実施している有識者に、現状実装できる要素、現状の課題、今後の展望を確認する「インタビュー調査」、「公知情報調査」「インタビュー調査」で確認した現状実装できる内容を実際に複数拠点で実装し、情報基盤を活用しながらものに関する情報をやり取りし、拠点間で協力してものづくりを実施することで仮説の有効性を評価する「実証実験」を実施する。

なお、現在まだ実装することができず「実証実験」で評価できない情報基盤の要素に関しては、「公知情報調査」「インタビュー調査」から、先行事例・研究を通じて要件を抽出することとする。

情報基盤の各要素で実際にどの調査で仮説検証を実施したかは下記のとおり。

情報基盤		公知情報調査	インタビュー調査	実証実験
ファブカプセル	情報項目	○ 同様の概念の先行事例・先行研究について、以下の観点で主に有効性を調査し、仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。	○ 同様の概念の先行事例・先行研究を実施している主体に対して以下の観点で主に実現性をインタビューし、仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。	○ ファブカプセルの概念そのものを実装できるサービスはまだ存在しないため、実際のものづくりを通じて情報項目として過不足がないか検証した。
	データ形式	・ものに関する情報を一元管理する ・ものづくりの過程で発生する情報を共有しやすくする	・ものに関する情報を一元管理する ・ものづくりの過程で発生する情報を共有しやすくする	
ファブコラボレーション基盤	第1層 工場のネットワーク化・スマート化	○ 同様の概念の先行事例・先行研究について、以下の観点から調査し、仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。	○ 同様の概念の先行事例・先行研究を実施している主体に対して以下の観点からインタビューを実施し、仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。	× 企業の工場との連携は今回実施しなかったため
	第2層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	○ 同様の概念の先行事例・先行研究について、以下の観点から調査し、仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。	○ 同様の概念の先行事例・先行研究を実施している主体に対して以下の観点からインタビューを実施し、仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。	○ 既存のインターネットサービスを活用し

		出した。	からしさと追加すべき要素を抽出した。	実装し検証
	第3層 デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	・他人のものづくりのノウハウを参照・活用し二次創作・三次創作を促すことができるか	・他人のものづくりのノウハウを参照・活用し二次創作・三次創作を促すことができるか	× 遠隔監視、操作機能は現状実装できるサービスが存在しないため
	第4層 標準化されたものデータ、材料データの流通	・個人がデジタルファブリケーターと同じように、工場の設備を利用できるのか	・個人がデジタルファブリケーターと同じように、工場の設備を利用できるのか	○ 既存のインターネットサービスと、新たに構築したシステムを実装し検証
	第5層 アイデアやレシピの交換と ラーニング環境	遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現することは可能か	・遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現することは可能か	○ 既存のインターネットサービスを活用し実装し検証
素材データベース	素材データ登録機能	○	○	×
	素材データ更新機能	同様の概念の先行事例・先行研究について、以下の観点から調査し、機能仮説、情報項目仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。 ・ものづくりを実施したい人や組織が作りたいものに合わせて素材（新素材を含む）を見つけやすくする	同様の概念の先行事例・先行研究を運営している主体、デジファブでのものづくりを実施している主体に対して以下の観点からインタビューを実施し、機能仮説、情報項目仮説の確からしさと追加すべき要素を抽出した。 ・ものづくりを実施したい人や組織が作りたいものに	現状活用できる素材データベースの概念に近いものは新素材に関するデータベースしかなく、今回の実証ではそういった素材は活用しなかったため実証での確認はしなかった。
	素材データ参照機能			
	素材データ検索機能			
	素材データ出力機能			
	マッチング支援機能			
	公開範囲設定機能			
	情報項目			○ 実証実験の際の素材調達に関する課題から情報項目仮説の確からしさと追

		・素材がどう活用できるのか理解しやすくし、設計に生かしやすくする ・素材、用途に応じた法規制・業界規制を素材ごとに確認できるようにする	合わせて素材（新素材を含む）を見つけやすくする ・素材がどう活用できるのか理解しやすくし、設計に生かしやすくする ・素材、用途に応じた法規制・業界規制を素材ごとに確認できるようにする	加すべき要素を抽出した。
--	--	--	---	--------------

○：調査・検証実施

×：調査・検証未実施

2.2. 公知情報調査

公知情報調査は、下記について実施した。

1) ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマット

- ・ chemSHERPA (ケムシェルパ)

化学物質規制の拡大に適切に対応した、製品含有化学物質の情報伝達共通スキーム。

物質に関する情報を一元的に扱うスキームとして、情報項目などを調査。

2) ものづくりを支えるネットワーク基盤

- ・ Industry 4.0

ドイツ政府が推進する製造業の高度化を目指す戦略的プロジェクト。第 1 層工場のネットワーク化・スマート化、第 3 層：デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM の先行事例として調査。

- ・ 3D プリンタでの危険物製造や著作権侵害を抑えるセキュリティプログラム開発

大日本印刷株式会社が開発した、違法性や著作権侵害の恐れがある場合にその指示を受け付けられないセキュリティプログラム。第 3 層：デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM に関する先行事例として調査。

- ・ GitHub

ソフトウェア開発プロジェクトのための共有ウェブサービス。第 5 層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境のレシピ引用機能の先行事例として調査。

3) ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通

- ・ Material Connexion 「Materials Library」

新素材に関するデータベースとして Material Connexion 社の提供している「Materials Library」を先行事例として調査。

- ・ Fablab 仙台- FLAT 素材展示

Fablab 仙台- FLAT における、工房での素材展示について調査。

- ・ NC ネットワーク 工場検索エンジン『エミダス』
株式会社 N C ネットワークで運営している、製造業に関わる世界の企業が最適な発注先、技術研究相談先を探索するための工場検索エンジン。工場が扱っている素材を起点に検索できるデータベースとして、情報項目、検索方法、マッチング方法の参考情報として調査。
- ・ ノウハウバンク株式会社 原料・受託バンク
ノウハウバンク株式会社が運営している健康食品・サプリメントの原料供給会社と受託製造会社が検索できるサイト。工場が扱っている素材を起点に検索できるデータベースとして、情報項目、検索方法、マッチング方法の参考情報として調査。

2.3. インタビュー調査概要

インタビューは下記の有識者に対して実施した。

図表 5 インタビュー調査対象者

No	対象者	所属	インタビュー内容
1	田中 浩也	慶應義塾大学環境情報学部 准教授	・ファブカプセルに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー ・ファブコラボレーション基盤に関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー ・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
2	三次 仁	慶應義塾大学環境情報学部 准教授	・ファブカプセルに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
3	小林 茂	情報科学芸術大学院大学 教授	・ファブコラボレーション基盤に関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
4	古川 英光	山形大学大学院理工学研究 科 教授	・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
5	川上 勝	山形大学大学院理工学研究 科 プロジェクト准教授	・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
6	伊藤 純	ローランド ディー.ジー.株式会 社	・ファブコラボレーション基盤に関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
7	村松 一治	ローランド ディー.ジー.株式会 社	・ファブコラボレーション基盤に関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー

8	白石 晃一	Fablab 北加賀屋共同設立者	・ファブカプセルに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー ・ファブコラボレーション基盤に関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー ・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー (ユーザー的な視点から全体的にフィードバックを頂いた)
9	土岐 謙次	宮城大学事業構想学部デザイン情報学科 准教授	・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
10	小野 寺 志乃	Fablab 仙台- FLAT	・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー
11	吉川 久美子	MaterialConneXionTokyo	・素材データベースに関する機能要件及び構築方法に関するインタビュー

2.4. 実証実験

実証実験では、ファブ社会における新しいものづくりの形態⑤「様々なプレーヤーがネットワーク等を通じてコラボレートしながらものづくりを行う形態」を実際に作り出す。その中で現状実装できる情報基盤を仮想的に複数拠点で実装し、情報基盤を活用しながらものに関する情報をやり取りし、協力してものづくりを実施する中で仮説の有効性を評価する。

(1) テーマ設定

テーマは、情報基盤の仮説検証に適したものを設定する必要がある。情報基盤の仮説はファブ社会の進展を加速させる観点から導いているものであり、今後ファブ社会が進展することが想定されるテーマ（分野）を選定することで、情報基盤の有効性を検証できると考えられる。

よって、ファブ社会の以下のような特色がその分野の形態で生かされるようなテーマを選定する必要があると考えられる。

- ・ ものづくりに今まで関わってこなかった個人がものづくりに参加し、ニーズに応じて独自のアレンジを加えたものづくりを行う
- ・ 多様な主体がものづくりに参加し、コラボレーションしながらものづくりを行う

更に、社会的な観点から上記のようなファブ社会の進展にあわせ、今抱えている課題が解決されるようなテーマが望ましいだろう。

今回の実証では、検証結果に偏りが出るのを避けるため、上記の観点も踏まえ、テーマを二つ設定することとした。上記の条件で今回の実証に適したテーマを抽出した結果、「農業分野」と「福祉分野」がテーマとして絞り込まれた。

(2) テーマ①農業分野における検証

1) テーマ設定

農業における生産性の向上は重要なテーマであり、「日本再興戦略」改訂 2015（27.6.30 閣議決定）³においても農業は重点テーマの一つとされ、農業においても ICT を駆使しながらマーケティング・生産・流通・販売を実施するなど、変化の波に対応しながら経営力を強化していく必要があると指摘されている。

一方で先端化の恩恵は農業機械を新規に導入する場合に限られ、既存の農業機械に装着するいわゆる「レトロフィット」と呼ばれる先端機器・機材は既存の千差万別な農業機械に取り付けるために多くの追加部品を要する。対応外の機材にはそのまま適用できず、オーダーにはコストと時間を要するのが一般的であり、広く使ってもらうことを目的とする場合、サプライチェーンの形成にも大きな課題があると言われている。

同様に、農業 ICT 開発側も課題を抱えており、開発時に技術トレンドの移り変わりによる採用パーツの製造中止とメーカーの仕様変更によって幾度となく設計をやり直し、莫大なコストと長期間の研究開発が必要な状況に苦慮する状況にあった。そのような中で、オープンソースハードウェアと、デジタルファブリケーションの活用によって安価でかつスピーディーな機器の開発が可能になったという事例があり、農業従事者側の投資額も安く抑えることができ、農業従事者、開発側双方にとって、農業 ICT におけるデジタルファブリケーションの活用はメリットがあると考えられている。

このような背景から、今後農業分野では、農業従事者が各自の保有する農業機械の性能を向上させたり修理したりするために、それぞれに合った追加部品を製作し活用することが想定される。

また、同じ機械を使用する者同士や同じ作物を栽培する者同士で上記のような追加部品の連携をすることで、より効率的に生産性向上が見込まれ、コラボレーションによるものづくりが寄与することが期待される。

以上から、情報基盤の仮説を検証することに適した分野であると考え、農業分野における実証実験を実施することとした。

2) 実施内容

農業 ICT 化におけるデジタルファブリケーション活用のメリットを示しつつ、今回の調査目的である、ファブ社会における情報基盤の要件を抽出するために、国内の異なる農業地域かつ異なる農業機器を保有する拠点同士で、農業機械用自動操舵用アタッチメント（株式会社農業情報設計社が提供している「AgriBus-NAVI」で自動操舵を実施するために必要なトラクターのハンドルに設置する機器（アタッチメント））を製作する。その過程でものに関する情報を、情報基盤を介してやり取りし、情報基盤に関する仮説の有効性を評価する。

AgriBus-NAVI について

農業情報設計社では AgriBus-NAVI という、農業機械用の GPS/GNSS ガイダンスシステムを開発している。トラクターやコンバイン、自走式スプレーヤーなどの農業機械に搭載して、圃場内の直進作業を支援するアプリで、画面表示を確認しながら農業機械を運転することで、広い圃場内でまっすぐ、等間隔に作業を行うことができる。アプリをダウンロードすれば誰でも活用できるため、世界中の農業機械の運転をサポートすることができる。実際、利用者の 9 割以上が海外のユーザーだという。別途、USB 接続型の GPS/GNSS アンテナを用

³「日本再興戦略」改訂 2015 ―未来への投資・生産性革命―

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai1jp.pdf>

意することで、より位置精度を高めることが可能である。“農業のカーナビ”といえるサービスで、通常であれば 50 万円から数百万円とかかってしまう GPS ガイダンスシステムを、スマホ用のアプリとして、しかも無料で提供していることで農業従事者からの評価も高い。



出典 農業情報設計社 AgriBus-NAVI 紹介ページ

<http://www.agri-info-design.com/agribus-navi>

- 機能：農業機械の直進作業を支援する情報（基準線と現在位置がどのくらいずれているか）をスマートフォンやタブレットの画面に表示
- 使用要件：Android 4.0 以上のスマートフォン・タブレット
- 費用：無償（広告表示）
有償（月額 500 円、年間 4800 円の定期購入）（広告非表示・作業軌跡に高低差・車速情報を色分けして表示）
- AgriBus-NAVI を圃場作業で使用する際に必要なもの
 - 1) GPS/GNSS アンテナ
 - 2) 取付器具
RAM マウント等の取付器具を用いてスマートフォン・タブレットをトラクター等の車両に搭載
 - 3) 配線器具（USB ケーブル・電源）
 - ・市販のスマホ・タブレット用接続ケーブル（USB-OTG ケーブル）
 - ・GPS 用 USB 延長ケーブル
 - ・車載用 USB 電源
 - 4) （自動操舵する場合）トラクターのハンドルに設置するアタッチメント
市販のものはないため、自作する必要がある。AgriBus-NAVI を活用して作業がしたい農業機器のハンド

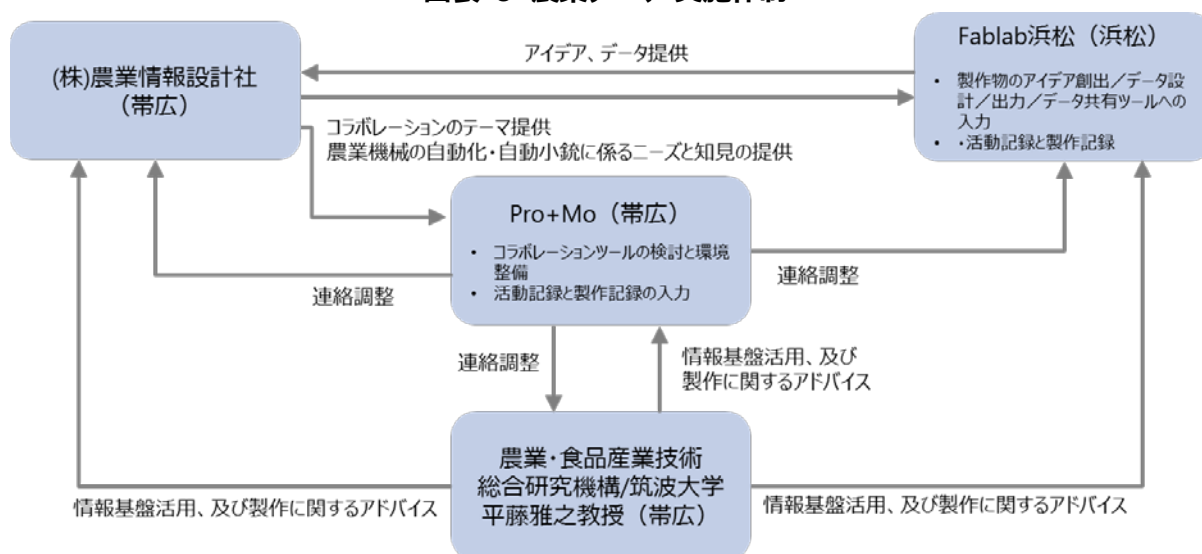
ルにアタッチメントを取り付け、アタッチメントに取り付ける通信モジュールと AgriBus-NAVI のアプリを接続することによって、自動的にハンドル操作を行う。

今回の実証では、上記の構想を実現させる方法を拠点間で協力して開発する。フレームや部品（電子部品以外）は各農家自身が保有する農業機器のハンドルの大きさに合わせて自由にフレームの大きさを変更し自作できるように、デジタルファブリケーターを用いて製作する。



3) 実施体制

図表 6 農業テーマ 実施体制



組織名	概要	実証における役割
株式会社農業情報設計社	農業情報設計社は、電子制御技術や情報通信技術を用いた農業生産技術の高度化・情報化に関する技術の提供を通じて、農業に求められる課題の解決をサポートする企業として、平成26年4月21日に北海道帯広市で設立された。主な事業内容は以下の4つである。 1. 農業における情報通信技術の利用に係る	・ コラボレーションのテーマ提供（株式会社農業情報設計社が提供している「AgriBus-NAVI」で自動操舵を実施するために必要なトラクターのハンドルに設置するアタッチメントの改良）

	研究開発と知見の提供業務 2. コンピュータ及びセンサシステムの研究開発・試験・製造・輸入・販売 3. インターネットサービスの研究開発・提供 4. 前各号に付帯又は関連する一切の業務 農業機械用の GPS/GNSS ガイダンスシステムである AgriBus-NAVI を開発	・ 農業機械の自動化・自動操舵に係るニーズと知見の提供
農業・食品産業技術総合研究機構/筑波大学 平藤雅之教授	農業・食品産業技術総合研究機構は、茨城県つくば市観音台三丁目に本部を置く農林水産省所管の国立研究開発法人。農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター、芽室研究拠点の平藤雅之教授が、株式会社農業情報設計社のアドバイザーとして参画いただく。	・ 情報基盤活用、及び製作に関するアドバイス実施
Pro+Mo	IT コンサルティングやシステム設計・開発、組込みソフトウェア開発など、首都圏や札幌圏のシステム開発案件を実施。 北海道帯広市に「ものづくりラボ」をオープンし、3D プリンタやデジタル掘削マシンなども予約制で活用できるようにしている。ロボットとプログラミングの教室を開催。 ファブラボとかち設立に向けたファブラボとかち協議会にも参加。	・ コラボレーションツールの検討と環境整備 ・ 遠隔地間の連絡調整 ・ 活動記録と製作記録の入力
Fablab 浜松	平成 26 年 7 月、静岡県浜松市の TAKE-SPACE が国内 10 番目の Fablab として「ファブラボ浜松」としての運営をスタート。通常の Fablab で設置しているデジタルファブリケータだけでなく、旋盤、卓上フライス盤、卓上糸鋸などのアナログ工作機も設置。農家の中にある Fablab としても特徴的で、稲作を支援するロボット製作のハッカソン「アイガモロボットハッカソン」などを開催し、次世代の稲作とデジタルファブリケーション、電子工作の融合点を研究している。	・ 製作物のアイデア創出／データ設計／出力／データ共有ツールへの入力 ・ 活動記録と製作記録

(3) テーマ②福祉分野における検証

1) テーマ設定

ファブ社会においては、多様な主体がものづくりに参加し、各自の創造性を発揮することが可能になるが、これは健常者、障害者の区別なく全ての人にいえることである。これまで障害者福祉の観点から見ても、障害者も健常者も地域の一員としてともに生きる社会を目指し、自立を支援する様々な取組が行われてきた。平成 27 年 6 月 30 日に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針 2015」では、少子高齢化に対

応すべく、多様な人材力の発揮の観点から、「障害者等の活躍に向けた農業分野も含めた就労・定着支援、文化芸術活動の振興などその社会参加の支援等に取り組む。」とたわわれている。

一方で、3D プリンタを始めとするデジタルファブ리케이션は、少量生産が容易（一つから出力可能）であることやカスタマイズ性が高いことから、一人一人の障害に合った補助具を作ることに適していると考えられる。今は 3D スキャン技術も向上し、補助具を作るためのデータ作成も容易になっている。例えば、義手や義足の製作で 3D プリンタを活用する事例が多く出てきている。exiii 社も 3D プリンタを活用した筋電義手（手を失われた方が残された腕の筋肉の電気信号を介し直感的に操作できる義手）を開発している。3D プリンタを活用することでコストダウンを実現しているだけでなく、ユーザー好みにデザインをアレンジすることにも取り組んでいる。

図表 7 exiii 社の HACKberry



出典 exiii ホームページ

<http://exiii.jp/hackberry.html>

このように、福祉分野ではそれぞれの福祉施設や障害者によって、一人一人の障害に合った補助具の製作・活用が今後も進んでいくことが想定される。

また、福祉施設同士が連携することにより効率的な補助具の製作、活用が見込まれ、コラボレーションによるものづくりが福祉施設の効率的な運営に寄与することが期待される。

以上から、情報基盤の仮説を検証することに適した分野であると考え、福祉分野における実証実験を実施することとした。

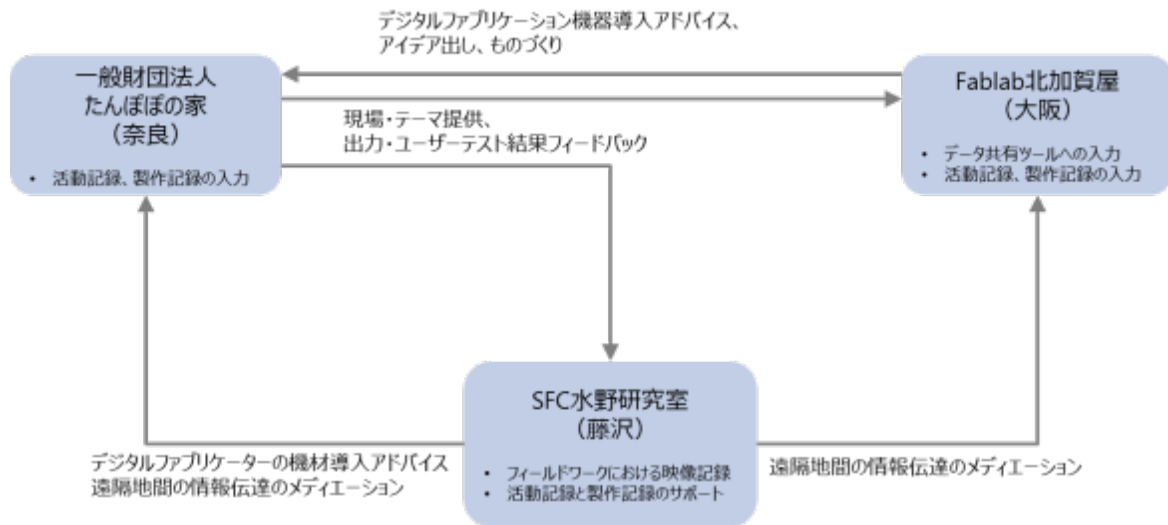
2) 実施内容

「たんぼぼの家アートセンター-HANA(運営：社会福祉法人わたぼうしの会／一般財団法人たんぼぼの家)」で行われている障害のある人の創作プログラムを対象にフィールドワークを実施し、その中からたんぼぼの家で製作を請け負っている、「鹿コロコロ」(企画販売：中川政七商店、製作たんぼぼの家アートセンター-HANA)を実証実験のモチーフにあげた。製造工程に必要な情報を整理し、作業における課題やニーズの抽出を行い、アイデア創出と製作物の開発・製造・実証を行った。

3) 実施体制

実施体制は次のとおり。

図表 8 福祉テーマ 実施体制



組織名	概要	実証における役割
一般財団法人 たんぽぽの家	1976 年 8 月に障害のある人たちの自立のための拠点づくりと共生社会づくりを目的として奈良県に設立。1988 年に自立拠点の運営が社会福祉法人わたぼうしの会に移行した後、人に生きやすい社会を提案するための活動を行っている。2004 年には、社会福祉法人わたぼうしの会とともに、たんぽぽの家アートセンター-HANA をオープンし、障害者を含めた全ての人がアートを通して互いの感性を交感することのできる、地域のコミュニティアートセンターを運営している。製作スタジオや製作物の展示・販売を行うギャラリーを設けている。 2016 年 8 月にはもう 1 つの拠点として、障害者の方の就業をサポートする「Good Job センター」のオープンを予定している。そこにデジタルファブリケーターを設置し、障害者の方が創作活動で活用できるようにする予定となっている。	・コラボレーションテーマ提供 ・実証実験におけるテーマ・課題・ニーズの抽出のためのフィールドワークの受入れ ・遠隔地間の連絡調整 ・障害のある人との製作物を用いた実証実験の実施 ・活動記録と製作記録の入力
慶応義塾大学 環境情報学部 水野大二郎研 究室	慶應義塾大学水野大二郎環境情報学部准教授の研究室で、主に以下の三つの研究を実施している。 1) 一般市民の創造性を発見するためのデザインリサーチ	・デジタルファブリケーターの機材導入アドバイス ・フィールドワークにおける映像記録 ・活動記録と製作記録のサポート

	サービスデザインなどの領域において昨今注目されているデザインリサーチを通して、様々な形で一般市民の創造性を再発見、体系化、実践に応用 ・遠隔地間の情報伝達のメディアーション 2) ファッションデザインと文化社会学の架橋 社会学的課題を多くはらむファッションデザイン特有の文化背景を理解し、その未来を実践的研究を通して描く。 3) インクルーシブデザインの実践的研究 できる限り多くの市民の社会的包摂を目指したサービスやプロダクトの在り方を実践的に研究する。ユーザー参加型デザインやオープンソースデザインの在り方と連動した活動。
FabLab 北加賀屋	2013 年に国内 4 か所目、関西初の Fablab として大阪市住之江区北加賀屋にオープンした。事業としては下記を展開している。 ○ ほぼあらゆるもの (almost anything) を付くための方法論の共有、蓄積、継承 ○ 各自の製作プロジェクトの遂行、及びその試行錯誤の過程を通じた学習 ○ 一般市民を対象とした製作ワークショップの企画、運営 ○ 前各号に附帯する一切の事業 ・ デジタルファブリケーターの機材導入アドバイス／各種ツールの使用サポート ・ 製作物のアイデア創出／データ設計／出力／データ共有ツールへの入力 ・ 活動記録と製作記録の入力

(4) 実証環境

1) 実証実験で利用したサービス・ツール

実証環境は現状で整備できる既存のサービス・ツールのうち、参加主体のアクセシビリティを考慮し、基本的にインターネットサービスとして提供しているものから選定した。

活用したサービス・ツールを「ものづくりを支えるネットワーク基盤」の仮説として立案した 5 階層の機能ごとに以下のとおり整理する。

図表 9 実証実験で活用したサービス・ツール

階層	機能	活用したサービス・ツール
第 1 層 工場のネットワーク化・スマート化	工場の稼働状況可視化機能	実証実験対象外
	工場の生産能力可視化機能	実証実験対象外

	工場検索機能	実証実験対象外
第 2 層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	複数拠点同時中継機能	・ GoogleHangouts
	協調デザイン機能	・ FUSION360
第 3 層 デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	遠隔操作機能	実証実験対象外
	遠隔監視機能	実証実験対象外
	フィルター設定機能	実証実験対象外
第 4 層 標準化されたものデータ、材料データの流通	・ データ変換機能	・ FUSION360 ・ FabCAM を新たに開発 （(5) 情報基盤の構築で詳述）
第 5 層 アイデアやレシピの交換とラーニング環境	レシピ共有機能	・ Fabble
	レシピ引用機能	・ Fabble

- Google Hangouts

提供元：Google

概要：テキストメッセージでのやり取りやビデオ通話可能なコミュニケーションツール。複数人によるグループでのやり取りが可能（ビデオ通話は最大 10 人まで）。無償。

参考 URL：<https://www.google.co.jp/hangouts/>

- FUSION360

提供元：Autodesk

概要：3DCAD/CAM/CAE ツール。製品開発に必要なプロセスを、クラウド上のプラットフォームで実施可能。開発プロセスの管理を関係者間で連携でき、更に設計情報も共有して関係者でレビューすることができるなどコラボレーション機能が充実している。3D プリンタへの出力が可能。有償。

参考 URL：<http://www.autodesk.co.jp/products/fusion-360/overview>

- Fabble

提供元：慶應義塾大学 SFC、MozillaJapan

概要：ものづくりの手順をメモ形式やレシピ形式で記録、共有するための共有ウェブサービス。ものづくりの文脈やストーリーを伝えやすい仕組み。

ものづくりの一連の流れを記録したページはプロジェクトと呼ばれる。グループを作成することもでき、グループ単位でのプロジェクト編集も可能。

一つのプロジェクトは、Recipe（レシピ）と Memo（メモ）という二つの記述形式から成り立っている。Recipe にはものづくりの手順と、それに必要な材料（Materials）・道具（Tools）・設計図（Blueprints）を記述し、Memo には製作の様子や製作メモなどを記述する。Memo の記入は、ものづくりの背後にある物語を記録し、共有することを目的としている。

慶應義塾大学 SFC の講義でも活用されている。

無償。（GitHub アカウントが必要）

参考 URL：<https://fabble.cc/>

また、上記の仮説に対応するサービス・ツール以外にも、実証実験の結果としては下記のサービス・ツールを活用した。「ものづくりを支えるネットワーク基盤」の機能への反映は、「3.2 ものづくりを支えるネットワーク基盤」にて詳述する。

【設計ツール】

- 123D Design

提供元：Autodesk

概要：3DCAD ツール。シンプルで初心者にも使いやすい点が特徴。3D プリントへの出力が可能。無償。

参考 URL：<http://www.123dapp.com/design>

【データ共有ツール】

- Dropbox

提供元：Dropbox

概要：オンラインストレージサービス。ファイルをフォルダにアップロードすることで他人とファイルの共有が可能。

無償プランと有償プランあり。容量及び価格は以下のとおり。（2016 年 3 月時点）

	個人向け		チーム向け	
	Basic 無料プラン	Pro 1200 円/月	Business 1 ユーザーにつき 1500 円/月	Enterprise 価格非公表
容量	2GB	1TB	1TB	1TB

※友達を紹介すると容量が増える。Basic は一人当たり 500MB、最大 16GB まで獲得可能。Pro は 1 人当たり 1GB、最大 32GB まで獲得可能。

2016 年 3 月時点でユーザー数は 5 億人、15 万社が Dropbox Business を利用している。

参考 URL：<https://www.dropbox.com/ja/>

- Google Drive

提供元：Google

概要：オンラインストレージサービス。ファイルをフォルダにアップロードすることで他人とファイルの共有が可能。無償プランと有償プランあり。容量及び価格は以下のとおり。（2016年3月時点）容量は、Gmail、Google Photo と合算での値。Google ドキュメント、スプレッドシート、スライドで作成したファイルはストレージを使用しない。

容量	月額
15 GB	無料
100 GB	\$1.99
1 TB	\$9.99
10 TB	\$99.99
20 TB	\$199.99
30 TB	\$299.99

参考 URL：https://www.google.com/intl/ja_jp/drive/

- YouTube

提供元：YouTube

概要：動画共有サービス。動画をアップロードすることで他人と共有可能。動画の公開範囲を公開、非公開（Google アカウントを持つ特定のユーザーのみに共有）、限定公開（動画のリンクを知っているユーザーのみに共有）に設定できる。3D 動画をアップロードし、VR コンテンツとして視聴することができる。無償。

参考 URL：<https://www.youtube.com/>

【活動共有ツール】

- Slack

提供元：Slack

概要：チャット形式のコミュニケーションツール。サードパーティーサービスとの連携機能が豊富。話題ごとにチャンネルを作ることができる。無償。

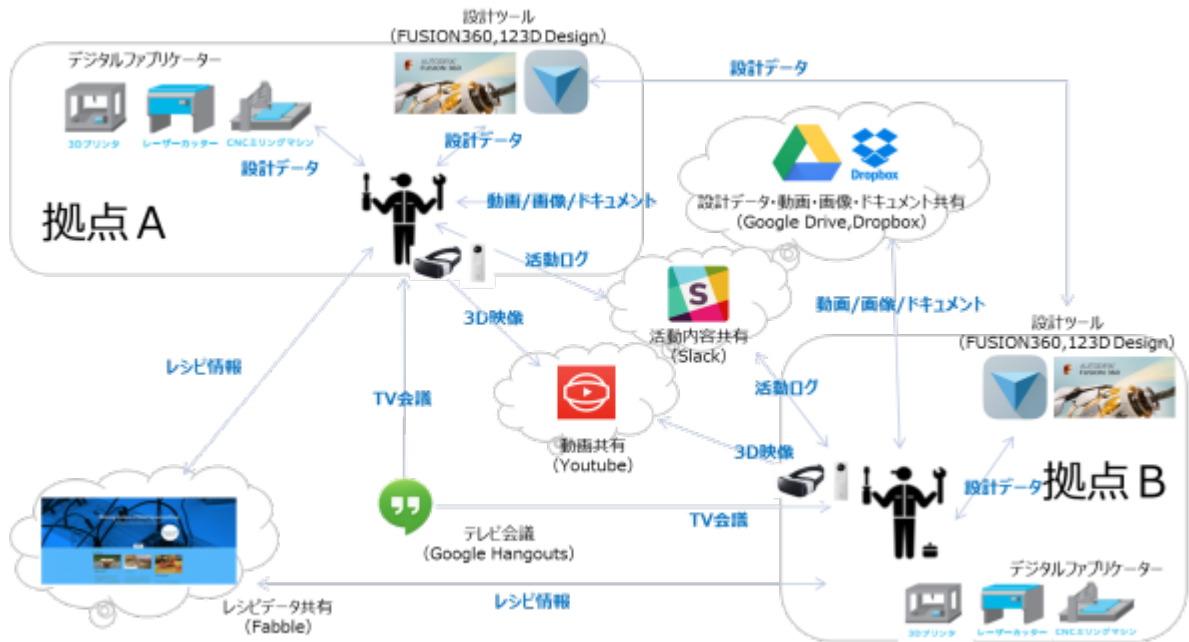
参考 URL：<https://slack.com/>

2) 実証環境のシステム構成

実証実験においてサービス・ツール群を活用した際の構成は以下のとおりである。

FUSION360、GoogleDrive、Dropbox、Slack、Youtube、Fabble のデータはクラウド上で保管され、複数拠点からアクセスすることができる。各拠点が適宜データをアップロード、ダウンロードしながらコラボレーションものづくりを進めた。

図表 10 実証環境システム構成



(5) 情報基盤の構築

ファブコラボレーション基盤第 4 層：標準化されたものデータ、材料データの流通 のためのシステム (FabCAM、<http://fabcam.cc/>) を新たに開発し、活用することで仮説の有効性を検証する。

FabCAM は、web サービスと拠点内に設置する接続モジュールの二つで構成されている。

Web サービスでは、設計データ変換機能、自動パラメーター設定機能、ログ取得・管理機能を実装している。拠点内に設置する接続モジュールは、デジタルファブリケーターを web サービスに接続する機能を実装している。

設計データ変換機能は、アップロードされた設計データを、指定したデジタルファブリケーターに合わせて、出力可能なデータ形式に変換する機能。FabCAM には複数のメーカーの 3D プリンター、レーザーカッター、切削機が登録されており、自分の利用したい機器を選択することで、自分のアップロードしたデータをその機器で出力できる形式に自動的に変換する。現状では、各機器ごとにデータフォーマットが違っており、設計データを出力する際には、それぞれの専用ソフトを立ち上げて、設計データを読み込み、出力できる形式にデータを変換する必要があった。FabCAM を活用することで、その手間を省くことが可能になる。

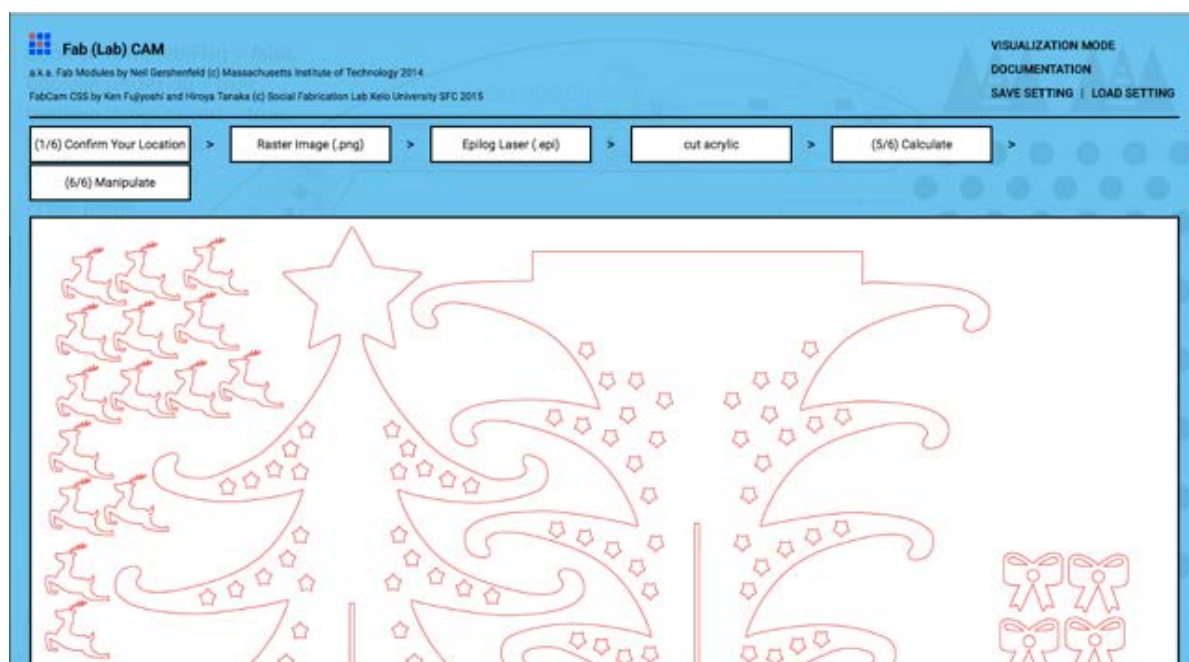
自動パラメーター設定機能は、FabCAM が出力する機器に合わせて、出力に必要な最適なパラメーター設定を自動的に設定する機能。FabCAM では、データ変換と同時に、その機器に最適なパラメーターを設定する。従来は、機器のパラメーター設定は、その機器に精通している人しかできない高度なスキルを要求していた。FabCAM で自動的に最適なパラメーター設定を行うことで、デジタルファブリケーターの出力のハードルを大きく下げることが可能になる。そのことにより、スキルの低い人でも自分で出力が可能になるだけでなく、今までパラメ

ーター設定に時間をかけていた、時間を短縮することにもつながり、ものづくりの効率化を図ることが可能になる。

出力のためのデータ変換とパラメーター設定を自動的に行うことは、違う拠点の、自分が普段使っていない機器への出力を容易にする。そのことにより、遠隔地でのコラボレーションの際に、実際に出力して触って確認するコミュニケーションが実現しやすくなる。

ログ取得・管理サービスは、モジュールによって接続されたデジタルファブリケーターの稼働状況ログを取得・管理している。管理している情報として、出力場所、出力機器、出力機器のパラメーター設定、稼働時間がある。FabCAM は一つの拠点だけでなく、複数の拠点での利用を想定している。そのため、利用ログを収集し、利用されているデジタルファブリケーターの機種ごとのパラメーター設定情報を分析することで、最適な設定を自動学習し、定義していくことが考えられる。将来的に、機器の設置場所の環境情報（気温、湿度など）、出力に利用している素材情報も収集・管理していくことで、より最適な設定が定義され、利用者が個別機器の設定を意識しない出力が可能になる。

接続モジュールは Raspberry Pi Kit を活用して製作され、モジュールに接続されたデジタルファブリケーターを FabCAM の web サービスに接続する。FabCAM は web サービスとして利用することも可能である。データをアップロードし、データ変換し、変換されたデータ、パラメーター情報をダウンロードし、そのデータをデジタルファブリケーターに読み込ませ出力することも可能である。接続モジュールを活用することで、web サービスから直接、デジタルファブリケーターにデータ転送し、パラメーター設定を行うことが可能になる。そのことにより、利用者は、データをアップロードし、機器を選択するだけで、データの出力が可能になる。



FabCAM サービス画面。設計ファイルを登録し、自分の出力するデバイス、出力素材を定義することで、データ変換、パラメーター設定を自動的に行い、機器に送付し出力することができる。

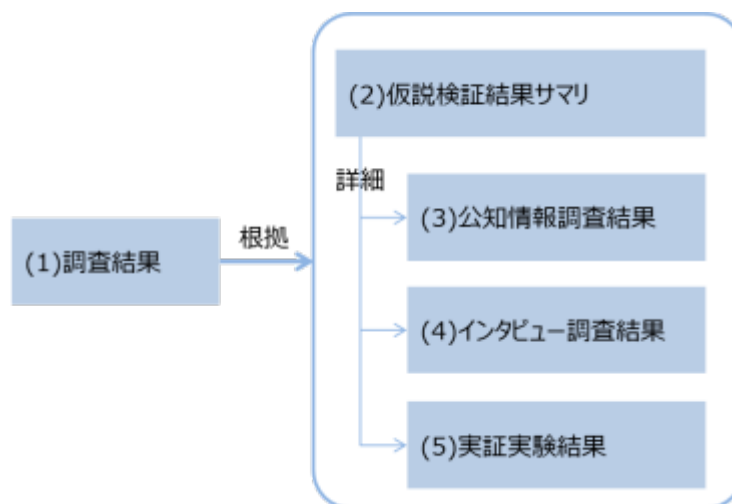


Raspberry Pi Kit を活用した接続モジュール。無線 LAN でデジタルファブリケーターをつなげる。

3. 調査結果

調査結果を、三つの情報基盤それぞれについて以下の構成で記載する。

図表 11 調査結果記載構成



項目	記載内容
(1)調査結果	本調査研究における結論を記載する。求められる情報基盤とその構成イメージ及び運用イメージ、留意点の観点で記載する。
(2)仮説検証結果サマリ	(1)調査結果に至った根拠である、仮説の検証結果を記載する。仮説検証のために実施した公知情報調査、インタビュー調査、実証実験の結果((3)～(5))の概要をまとめて記載する。
(3)公知情報調査結果	仮説を検証するために実施した公知情報調査の結果を記載する。
(4)インタビュー調査結果	仮説を検証するために実施したインタビュー調査の結果を記載する。
(5)実証実験結果	仮説を検証するために実施した実証実験の結果を記載する。

3.1. ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマット

(1) 調査結果

ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマットに求められる情報基盤とその構成イメージ及び運用イメージ、留意点を以下に示す。

1) 情報基盤

ファブカプセルは、ものづくりで発生する権利や責任の所在を明確化すること、またものづくりにおけるコラボレーションの円滑化を可能にすることに意味があると考えられる。この目的に立ったときに、調査やインタビュー結果から、ファブカプセルには下記のような情報項目が求められると想定される。

i. 情報項目

ファブカプセルに必要な情報項目は、ものの製作・流通に関わる権利や責任の所在の明確化に資する情報と、ものの製作の過程で発生する情報、全てを識別管理するための個体認証 ID から成り立つ。

No	情報項目	内容
1	個体認証 ID	・ ものに対し、ユニークに割り当てられる番号
2	設計データ	・ 2D データや 3D データ、プログラム等、ものの設計に関する情報 ・ ものづくりの設計段階で生成される。
3	素材データ	・ リアルなものとして出力・組立てする際に使用する素材の情報 ・ ものづくりの仕入段階で生成される。
4	加工データ	・ NC 工作機（数値によって制御する工作機。3D プリンタもこれに当たる）における、軸の移動を制御するための G コード ・ ものづくりの製造段階で生成される。
5	レシピ情報	・ ものづくりの際のレシピ情報。料理のレシピのように、材料や作り方などものづくりにおける過程が記されている。出力者、組立て者情報もここに記載する。 ・ ものづくり全体を通じて生成される。
6	複合製造（組立て）データ	・ 複数の機器を活用して一つのものを作る際に、複数の機械へ一括して出力・組立てを命令する情報 ・ ものづくりの製造段階で生成される。
7	ライセンス情報（著作者、ライセンス）	・ データ、ものに関する知的財産権を保有する人・企業に関する情報や付与されているライセンスの情報 ・ 著作権のように出願登録が不要な権利の情報に関してはデータ等が生成された段階で、特許権・意匠権・実用新案権・商標権のように出願登録が必要な権利の情報は出願登録後に発生する。
8	流通データ	・ ものがどのように流通したかの情報 ・ ものの販売・流通段階で生成される。

ii. データ形式

上記の情報項目をデータフォーマットとして一つのデータファイルに格納できる形式とする。

なお、ユーザーが情報項目によって公開/非公開を選択できるよう、各情報項目は公開/非公開のフラグを持つこととする。

仮説検証の結果、ものに関する権利や責任の所在の明確化にする、コラボレーションの円滑化に貢献するためには、ものの権利や責任に関する情報・ものの製作に関する情報のすべてを一元管理（格納）し、様々な主体が共通で使えるデータフォーマットとして情報を流通させることが有効であることが確認できた。

仮説検証の中で、その運用にはいくつかの機能が必要との指摘があった。データフォーマットとして情報の流通を実現させるためには、以下の仕組みの構築もデータフォーマットの開発と併せて必要になると考えられる。

- ・ データ作成・編集・参照する仕組み

上記の情報項目を含むデータフォーマットのデータファイルをユーザーが作成、編集、参照するための仕組みが必要。データファイルの作成、編集、参照用のアプリケーションソフトウェアを開発する必要があると考えられる。データファイルを作成する機能に関しては、各情報項目について、外部リストの参照などによる選択入力や検索などの入力支援機能を備え、ユーザーの利便性を高めることが望ましい。外部リストの一つとして、「素材データベース」との連携も望まれる。これらの仕組みは、企業だけでなく個人を含むユーザーの利用が想定されるため、安価にサービス提供されることが望ましい。

- ・ 個体認証 ID を一元管理する仕組み

作成されたデータファイルには個体認証 ID がそれぞれ付与され、個体認証 ID 毎にどのような情報項目が格納されているか一元的に管理される仕組みが望まれる。そのためには、データファイルに付与される個体認証 ID を発行し、さらに個体認証 ID をキーとして各情報が管理されるデータベースを構築する必要がある。

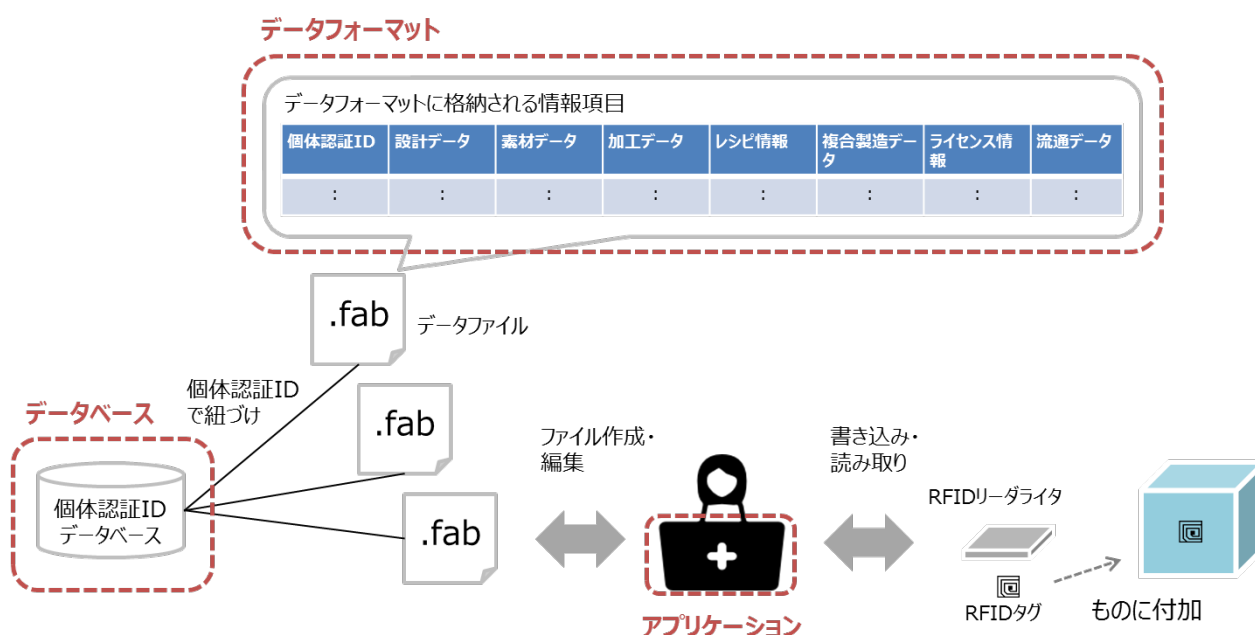
- ・ 個体認証 ID とものを紐付ける仕組み

ものが流通することを想定し、個体認証 ID とものの自体を紐付けることが必要。個体認証 ID を RFID タグやバーコード等により出力し、ものに付加する仕組みが考えられる。

2) 構成イメージ

構築イメージは以下のとおり。

図表 12 ファブカプセル構成イメージ



3) 運用イメージ

運用イメージを①情報の登録・ものとの紐付け、②情報の参照に分けて以下に示す。

① 情報の登録・ものとの紐付け

1. アプリケーションソフトウェアを用いて、個体認証 ID、設計データ、素材データ、加工データ、レシピ情報、複合製造データ、ライセンス情報が格納するデータフォーマットのデータファイルを作成する（流通データは流通過程で個体認証 ID と紐づけされ格納される）。個体認証 ID はデータベースにより管理され、一意な番号が発行される。
2. 作成したデータファイルを RFID タグに書き込む。
3. RFID タグをものに付加する。若しくは、ものを出力する際に埋め込む。

② 情報の参照

1. RFID タグからデータファイルを読み取る
2. 参照した情報をコンピュータ等に表示する。

4) 留意点

留意点として、流通データはサプライチェーンごとに管理の仕組みが存在しており、標準化してデータフォーマットに格納するのが難しい点が挙げられる。

また、運用面では現時点では RFID のコストが高いことも留意点として挙げられる。今後、RFID の普及が進む中でコストが下がり、個人が気軽に活用できる仕組みになることを期待したい。

(2) 仮説検証結果サマリ

公知情報調査、実証実験、インタビューを通じた仮説検証結果は以下のとおり。

項目	確認対象	確認内容	検証結果
情報項目	実証実験		取り扱う情報項目について、以下のとおり見直す必要がある。
① 個体認証 ID		・ 実証実験結果より、実証の対象外とした情報（個体認証 ID、複合製造データ、ライセンス情報、流通データ）を除き、ものづくりにおいて取扱いがあったことから必要性を確認することができた。	① 個体認証 ID
② 3D データ			② 設計データ（3D データだけでなく 2D データやプログラム等も含むデータに変更）
③ 素材データ			③ 素材データ
④ 加工データ			④ 加工データ
⑤ レシピ情報			⑤ レシピ情報
⑥ 複合製造（組立て）データ		・ 実証実験結果より、プログラム等も製作物によっては取扱いがあることがわかったことから、3D データ・2D データ・プログラム等設計に関する情報を「設計データ」として扱う必要がある。	⑥ 複合製造（組立て）データ
⑦ ライセンス情報			

⑧ 流通データ		タ」として見直す必要があることが確認できた。	タ ⑦ ライセンス情報 ⑧ 流通データ
データ形式	公知情報調査 インタビュー調査	・ 公知情報調査結果より、データフォーマット化が「ものづくりの過程で発生する情報を共有しやすくすること」や「ものに関する情報を一元管理すること」に有効であることが確認できた。 ・ インタビュー調査結果より、現時点ではデータフォーマットに格納することが難しい情報項目が存在することが確認できた。 ・ インタビュー調査結果より、「ものに関する情報を一元管理し、一つ一つ識別できるよう個体認証 ID を付与すること」に関しては、個体認証 ID をキーとしたデータベースの構築が考えられる。 ・ インタビュー調査結果より、公開/非公開設定の必要性を確認できた。	・ データフォーマットとして全ての情報を一つのデータファイルに格納するのみならず、個体認証 ID をキーとして関連する情報を結び付ける必要がある。

ファブカプセルの運用面に関する確認結果は以下のとおり。

項目	検証対象	内容
データ作成時の入力支援	公知情報調査	・ 各情報項目について、外部リストでマスタ化することによる選入力や検索などの入力支援機能を備え、ユーザーの利便性を高めることが望ましい ・ 個人を含むユーザーの利用が想定されるため、入力支援のためのツールは安価に提供されることが望ましい

(3) 公知情報調査結果

ファブカプセルの構築に向けた参考として、chemSHERPA（ケムシエルパ）という経済産業省主導で検討が進められ、2015 年秋に公表された化学物質規制の拡大に適切に対応した、製品含有化学物質

の情報伝達共通スキームに関して調査を実施した。調査の文献として、経済産業省「製品含有化学物質の情報伝達スキームの在り方について（詳細版）」及び chemSHERPA 暫定事務局（みずほ総研）「chemSHERPA 情報伝達スキーム概要説明資料」を参照した。

chemSHERPA は製品含有化学物質のためのサプライチェーンの調和高度連携プラットフォームを指すものであり、製品含有化学物質の情報伝達スキームの新方式である。chemSHERPA の目的として、サプライチェーン上の各企業が分業で製品を製造していく中で、製品含有化学物質規制の遵守に資する情報伝達をより円滑に行うことで各企業の負担を減らしたいということが挙げられている。

具体的に情報伝達スキームとして構築されている仕組みは、サプライチェーンで製品含有化学物質に関する情報を授受するためのデータフォーマット、データ作成支援ツール、情報授受のための ICT システム、それらを使用するための解説書・マニュアル等のドキュメントなどを含む情報伝達の仕組みである。

chemSHERPA において扱われる情報項目は、サプライチェーンの川上で扱われる化学品、川下で扱われる成形品に分けて定められている。

川上～川中では、化学物質や混合物を提供する事業者が情報伝達していくことを想定し、伝達する情報項目は化学品に関する情報としてビジネス情報、成分情報が定められている。

川中～川下では、成形品を提供する事業者が情報伝達していくことを想定し、伝達する情報項目は成形品に関する情報としてビジネス情報、成分情報、遵法判断情報が定められている。

図表 13 chemSHERPA における主な情報伝達項目

化学品

成分情報		
管理対象物質の含有有無(0/1)		
物質名称	CAS番号	最大含有率(%)

成形品

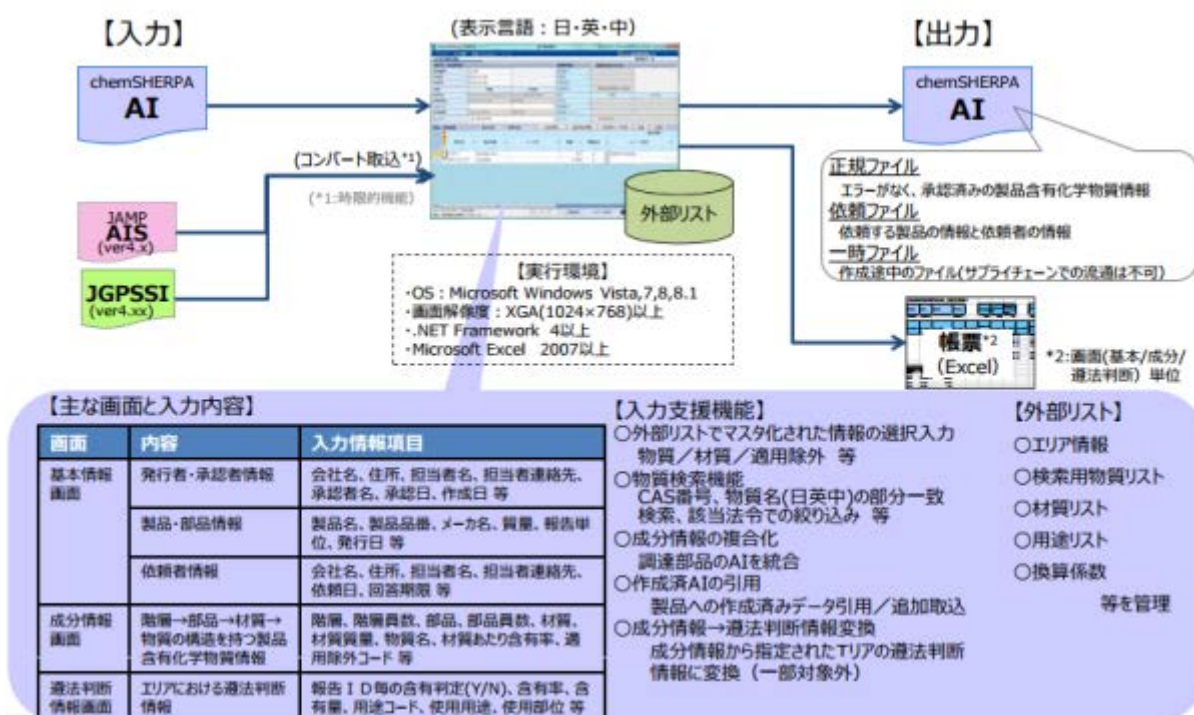
成分情報									
階層		部品		材質			物質		
名称	員数	名称	員数	用途	分類記号	質量	物質名称	CAS番号	含有率(%)
遵法判断情報									
“エリア”で規定される参照法規制・報告用途・報告閾値に対する 含有判定(Y/N)						含有率(%) (含有判定が「Y」の場合)			

出典 chemSHERPA 情報伝達スキーム概要説明資料

chemSHERPA では、このように定義された情報項目が円滑に伝達されるために、データの作成支援ツールを事務局が無償で提供している。

データ作成支援ツールは化学品、成形品それぞれのデータ作成用に 2 種類提供されている。

図表 14 成成品データ作成支援ツール説明資料



出典 chemSHERPA 情報伝達スキーム概要説明資料

ツールには入力支援機能があり、外部リストでマスタ化された情報の選択入力が可能のほか、物質の検索機能などが提供され、入力者のデータ作成の負担を減らす工夫がされている。

まず、異なる主体間におけるものづくりの過程において、情報を円滑に共有するためにデータフォーマットが新たに構築されている事例であることから、ファブカプセルにおいてもデータフォーマット化がコラボレーションの円滑化に有効であると考えられる。同様に、データフォーマット化という手法が、情報を一元的に管理し関係者間で共有することに対しても有効だと考えられる。

また、データ作成支援ツールに関して、ファブカプセルにおいても新たに構築するデータフォーマットのデータファイルを作成・編集・参照する仕組みは必要だと考えられ、選択入力や検索などの入力支援機能を備えユーザー側の利便性を高める工夫は参考にすべきだと考えられる。

本調査研究における情報基盤の一つ「素材データベース」も外部リストの一つとして参照できることが望ましいと考えられる。ファブカプセルは、ものが完成した後にその製造過程で発生したデータをファブカプセルのデータフォーマットのファイルに保存し、その情報をものと紐付けることを想定している。そのため、chemSHERPA のように完成品が作られる前の段階で指定データフォーマットを用いて情報をやり取りすることはなく、化学品の情報など川上～川下で扱われるものの情報は全て「素材データ」に格納されることが考えられる。「素材データベース」が外部リストの一つとしてデータ作成時に活用できると川上～川中で扱われるものの情報を正確かつ容易にまとめることが可能になると考えられる。

また、個人を含むユーザーの利用が想定され、そのようなツールが安価に利用できるように配慮する必要があると考えられる。

(4) インタビュー調査結果

ファブカプセルに関しては、下記の有識者にインタビューを行った。

No	有識者	所属
1	田中 浩也	慶應義塾大学環境情報学部
2	三次 仁	慶應義塾大学環境情報学部

ものづくりにおいて流通・共有すべきデータフォーマットの必要性について、確認することができた。また、各情報項目の公開/非公開設定の必要性についても確認できた。

実現する際の課題として、流通データは標準化してデータフォーマットに格納するのが難しいのではないかという指摘があった。製造履歴や流通履歴に関する情報は、サプライチェーンごとに管理の仕組みが存在しており、既にオペレーションの仕組みができているところに新たな仕組みを導入するのは難しいのではないかということだ。例えば、販売時点においては商品を管理するコードとして JAN コードが存在し、物流時点においては、各物流会社による管理コードが存在するとのことであった。

上記のことから、データファイルに含まれるエンティティ（各情報項目）自体はそれぞれのステークホルダーが持ち、それが論理的に結びつく構成になるのではないかという指摘があった。つまり、データフォーマットとして一つのデータに情報項目をまとめるのみならず、個体認証 ID をキーとして関連する情報を論理的に結び付けることで一元管理を実現する方法である。

また技術面に関して、個体認証 ID つまりユニークな ID を吐き出す仕組みは、既に実現されている技術であるということを確認できた。例えば、Email アドレスもその一つであるとのことであった。

(5) 実証実験結果

実証実験では、実際のものづくりを通じて仮説とした情報項目（①個体認証 ID、②3Dデータ、③素材データ、④加工データ、⑤レシピ情報、⑥複合製造（組立て）データ、⑦ライセンス情報、⑧流通データ）の過不足を検証した。

テーマ①農業分野における検証において、取り扱ったデータは以下のとおりである。

No	項目	実証実験における取扱い
1	個体認証 ID	対象外 ※
2	3D データ	・タイヤホイールの作成、共有のために使用 ・Fablab 浜松、農業情報設計社にて使用
3	素材データ	・モーター等、アタッチメントの構成に必要となる部品としての素材を共有するために使用 ・Fablab 浜松にて使用
4	加工データ	・タイヤホイールの 3D プリンタでの出力及びフレームのレーザーカ

		ッターでの加工のために使用 ・Fablab 浜松にて使用
5	レシピ情報	取扱い無し
6	複合製造（組立て）データ	対象外 ※
7	ライセンス情報	対象外 ※
8	流通データ	対象外 ※
9	2D データ	・フレームの作成、共有のために 2D データを活用 ・Fablab 浜松にて使用
10	プログラム	・Arduino のプログラム設計時に活用 ・Fablab 浜松にて使用

また、テーマ②福祉分野における検証において、取り扱ったデータは以下のとおりである。

No	項目	実証実験における取扱い
1	個体認証 ID	対象外 ※
2	3D データ	・各製作物の作成、共有のために活用 ・Fablab 北加賀屋、たんぽぽの家にて使用
3	素材データ	・各製作物で使用する素材・資材に関する情報の共有のために活用 ・Fablab 北加賀屋、たんぽぽの家にて使用
4	加工データ	・各製作物の 3D プリンタでの出力及びレーザーカッターでの加工のために活用 ・Fablab 北加賀屋、たんぽぽの家にて使用
5	レシピ情報	・最終的なレシピの共有のために活用 ・Fablab 北加賀屋、たんぽぽの家にて使用
6	複合製造（組立て）データ	対象外 ※
7	ライセンス情報	対象外 ※
8	流通データ	対象外 ※
9	2D データ	・各製作物の作成、共有のために活用 ・Fablab 北加賀屋、たんぽぽの家にて使用
10	プログラム	・Arduino のプログラム設計時に活用 ・Fablab 北加賀屋、たんぽぽのにて使用

※ 対象外とした理由は下記のとおり。

①個体認証 ID：実証実験では企画・設計・試作フェーズのみ実施したため、製造後に付与することを想定している個体認証 ID は対象外とした。

⑥複合製造（組立て）データ：将来的な構想としてのデータ形式であり、実証時点で存在するものではなかったため、対象外とした。

⑦ライセンス情報、⑧流通データ：実証実験では企画・設計・試作フェーズのみ実施したため、販売フェーズで必要となるライセンス情報及び流通データは対象外とした。

対象外とした情報項目を除き、全ての項目についてものづくりにおいて取扱いがあり、必要性を確認することができた。

また、設計に関するデータは 3D データだけではなく 2D データやプログラムなども製作物によっては必要になることが確認できた。

なお実証実験を通じては、ファブカプセルの必要性についても確認することができた。

テーマ①農業分野における検証に関しては、実証実験後の構想として、ユーザーが自分の持っているトラクターのハンドルに合わせてフレーム部分を改変していくことを検討している。

トラクターのハンドルはメーカーや機種ごとに異なっており、今は販売されていないトラクターも含め全てのメーカー、機種のハンドルに合わせたフレームをそろえて販売することは困難である。そこで、農業情報設計社からAgribusNAVIのアプリケーションは販売するが、そのアプリケーションをもとに自動操舵を行うためのアタッチメントはユーザー側が自分の持っているトラクターに合わせて自作するというビジネスモデルを検討している。

このビジネスモデルが更に発展した場合、自分の所有するトラクターに合わせて自作したフレームのデータをオープンにするユーザーが登場し、そのデータをもとに出力する別のユーザーが現れ、様々な主体のコラボレーションのもとアタッチメントが出力される未来が考えられる。そしてその出力されたアタッチメントが流通することも想定される。このとき、誰が何の権利を持ち、製作物のどの部分に責任を負うのか明確にする仕組みが求められるようになり、ファブカプセルの仕組みがこれに寄与すると考えられる。

3.2. ものづくりを支えるネットワーク基盤

(1) 調査結果

ものづくりを支えるネットワーク基盤に求められる情報基盤とその構成イメージ及び運用イメージ、留意点を以下に示す。

1) 情報基盤

公知情報調査、実証実験、インタビュー結果から考えられる目指すべきコラボレーション基盤として、以下の機能要件が考えられる。

階層	機能	要件
第 1 層 工場のネットワーク化・スマート化	工場の稼働状況可視化機能	工場における人や機械の稼働状況を自動的に算出し、参照可能とする機能
	工場の生産能力可視化機能	工場に勤務する人の能力や保有する機械、工場が独自に保有している技術等、工場の生産能力を登録し、工場内外の人が参照可能とする機能

	工場検索機能	稼働状況や生産能力に関する各項目から工場を検索する機能
第 2 層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	複数拠点同時中継機能	複数拠点にあるカメラから映像を同時中継する機能。接続先をそれぞれが選ぶ、招待するなどして各拠点がつながる。映像の中で、その人が今どこに着目しているか、「人の視点」の情報を共有する機能を持つ。
	協調デザイン機能	複数の主体により、同時に一つのものを設計する機能。設計段階でのバージョン管理、コメント管理も行う。
	活動履歴共有機能	各拠点又は個人の活動の履歴を登録・共有する機能。個人の活動履歴が、時間軸で整理・管理され、他の人とその情報を共有できる機能
	動画・ドキュメント共有機能	ものづくりで発生した、動画、写真、ドキュメントを登録・共有する機能。ドキュメントの優先順位、ドキュメントに対してのコメント管理ができる機能
	3D 映像での情報共有	3D 映像の記録、共有ができる機能
	資材ストックデータの共有	各拠点で持っている利用可能な資材の情報を共有する機能
第 3 層 デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	遠隔操作機能	デジタルファブリークーターを遠隔地から操作する機能。操作する際は、認証システムを導入し他人が勝手に操作できない仕組みとする。
	遠隔監視機能	デジタルファブリークーターを遠隔地から監視する機能。監視する際は、認証システムを導入し他人が勝手に監視できない仕組みとする。
第 4 層 標準化されたものデータ、材料データの流通	データ変換機能	同一のデータをデジタルファブリークーターに応じて最適なフォーマットに変換する機能 出力データだけでなく、設計段階のデータの変換も行う。

第 5 層 アイデアやレシピの交換 とラーニング環境	レシピ共有機能	ものづくりの過程をレシピとして登録、更新、参照する機能 初心者でも参照できるように、必要スキルの情報を記載 製品開発後だけでなく、企画、設計、開発段階でも活用できる「実験ノート」の機能
	レシピ引用機能	登録されたレシピを引用して新たなものが作り出されることを促進するため、既にあるレシピを引用・改変してデジタルファブリケーターからデータを出力する機能 出力の際の環境条件（温度、湿度など）の情報も持つ。

第 1 層：工場のネットワーク化・スマート化の機能要件は、検証仮説と同じ。今後、工場側がネットワーク化され、そのネットワークにユーザーが接続し、ものづくりの幅を広げていくことが考えられる。一方、個人と企業のものづくりネットワークが直接接続することについては、企業側の負担が大きくなることが考えられ、基盤としても、個人と企業のネットワークを切り離す必要があると考えられる。

第 2 層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化の機能要件としては、検証仮説で定義した機能に加えて、複数拠点同時中継機能の拡充、活動履歴共有機能、動画・ドキュメント共有機能、3D 映像での情報共有の機能拡張が求められる。VR などの新しい技術を活用することで、遠隔地でも、同じ場所で、同じものを触り共有しているようなコミュニケーションを実現する。

第 3 層：デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM の機能要件は、検証仮説と同じ。情報基盤を活用することにより、専門的な知識が必要ない遠隔操作・監視の実現が考えられる。

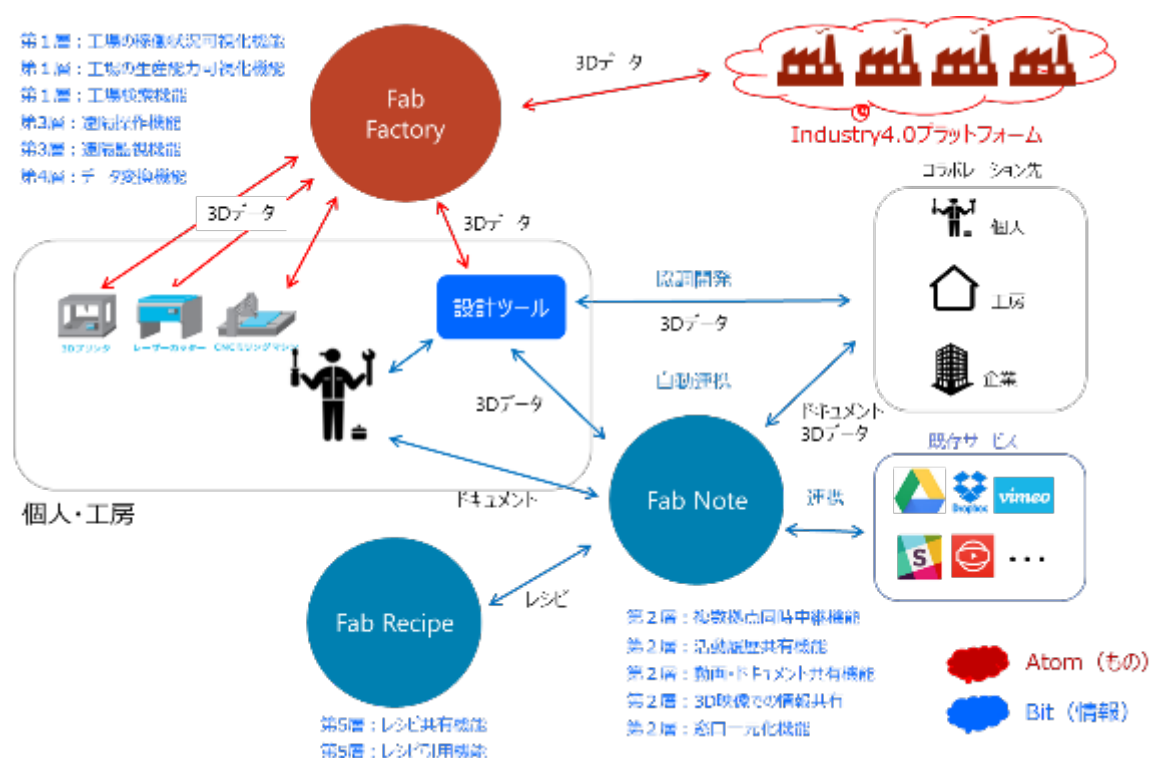
第 4 層：標準化されたものデータ、材料データの流通の機能要件は、検証仮説と同じ。コラボレーション基盤を活用することで、データ変換を意識しない出力の実現が考えられる。またこの機能については、デジタルファブリケーター、CAD ツールに組み込まれる可能性がある。

第 5 層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境の業務要件は、検証仮説と同じ。その拡張機能として、より初心者の活用が促されるための、用途・必要スキルなどの情報拡充、最終的な結果としてのものづくりプロセスの情報だけでなく、その製作過程の試行錯誤がわかるような「作業ノート」として活用できる機能が考えられる。

2) 構成イメージ

構成図イメージは以下のとおり。

図表 15 ファブコラボレーション基盤の構成イメージ



コラボレーション基盤は大きく、Atom（もの）に関わるコラボレーション基盤と、Bit（情報）に関わるコラボレーション基盤の二つに分けられる。

Atom（もの）に関わるコラボレーション基盤では、第1層：工場のネットワーク化・スマート化、第3層：デジタル工作機械群のM2M、標準CAM、第4層：標準化されたものデータ、材料データの流通で定義された業務要件を、Bit（情報）に関わるコラボレーション基盤では、第2層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化、第5層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境で定義された業務要件を実装する。

Atom（もの）に関わるコラボレーション基盤は、工場のネットワーク（Industry 4.0 プラットフォーム）と、工房・個人のネットワーク（Fab Factory）を分けることが考えられる。工場については今後 Industry 4.0 の考え方のもと、工場のネットワーク化、サービス化が進んでいくことが考えられる。そのため、技術的には個人と企業が境目のないものづくりネットワークとしてつながることが可能になる。一方、現状では、個人から出される生産ロットの少ない生産依頼に対して、企業が応える体制ができていない。また今後も企業は、ビジネスモデル、企業戦略から個人とのネットワークの接続を拒否するケースが考えられる。そのような状況を踏まえると、工場（企業）ものづくりネットワークと、工房・個人のものづくりネットワークは分けて構築し、その間にネットワークを橋渡しするゲートウェイ機能を構築することが考えられる。ゲートウェイを経由することで、工房・個人にとっては、生産手段の選択肢が増えることになり、企業からは、限定された工房・個人との連携が可能になる。

Bit（情報）に関わるコラボレーション基盤は、遠隔地でのコラボレーション型ものづくりで発生するドキュメント

を管理・共有する／遠隔地のプロジェクトメンバーと臨場感のあるコミュニケーションを行う基盤（Fab Note）と、その製作過程、製作方法を他の人に伝えるための基盤（Fab Recipe）、その二つの基盤にアクセスするための入り口となる設計ツールの三つで構成される。

二つの基盤ともに、システム間での情報連携の自動化を実現させる。現状では、遠隔地と情報連携するためには、人が介在し、情報の登録、フォーマット変換を実施している。人が介在すると、そのために多くの時間がかかってしまい、ものづくり効率の悪化の原因となっている。また、手間がかかるためにデータ登録頻度が落ちてしまい、情報の精度、鮮度が悪くなり、情報共有精度が悪化する。今後のコラボレーション基盤では、設計ツール、デジタルファブリケーターの機能が強化され、活動ログの自動取得・登録、データの自動変換・交換が実現されることが期待される。

3) 運用イメージ

新しいコラボレーション基盤を活用することで、ユーザーは、効率的で臨場感のあるコミュニケーションの実現、より多くの生産手段の獲得、専門知識が要らないものづくりの実現が可能になる。

新しいコラボレーション基盤では、VR技術の活用による3D映像の共有、ビデオ会議における「人の視点」共有機能の実装など、従来の画像とドキュメントの二次元の情報共有から、より立体的な情報の共有が可能になる。そのことによってものづくりに大切な「触感」の共有が可能になり、より高度なコラボレーションによるものづくりが期待できる。

ユーザーにとっては、新しい基盤に、工房、工場が接続されることで、多くの生産手段に接続することが可能になる。そのことにより、自拠点と遠隔地での同時出力による「触る」コミュニケーションが実現できること、今まで利用ができなかった製造機器が利用可能になることによって製作物に幅が出るなどの新たなものづくり体験が可能になる。特に製作物に幅が出るとは、ユーザーが製作できるものの種類を増やすことになり、そのことはファブ社会を進展させることに寄与する。

新しいコラボレーション基盤では、専門知識を持たない人に対してのものづくり支援機能が提供される。自動データ変換、自動設定機能によって、データフォーマット、機器の設定を意識しなくても、ものの出力が可能になる。Fab Recipeでのレシピ情報の提供、レシピ引用機能によるデータの自動取込みにより、一から企画、設計をせずに、過去の作られたデータ、レシピを活用してものづくりを行うことが可能になる。これらの機能は、ものづくりのハードルを大きく下げる可能性があり、より多くの人々がファブ社会のものづくりに参加することを可能にする。

4) 留意点

まず技術面での留意点として、新しいコラボレーション基盤の構築に当たり、データの自動読み込み・自動書き込みの実装の課題が考えられる。

新しいコラボレーション基盤では、作成されたドキュメント、設計データ、デジタルファブリケーターの稼働ログ・設定情報などの情報を、サービス間で自動的にやり取りできる機能の実装を考えている。そのためには、デジタルファブリケーターの稼働ログ・設定情報の自動取得、各サービス・機器・ツール間でのデータの自動送信・自動取得の実装ができるためのアーキテクトの設計・実装が必要になる。

次に運用面の留意点として、新しいコラボレーション基盤の構築に当たり、誰がサービスを提供するのかを考える必要があることが考えられる。

今後デジタルファブリケーターメーカーは他社との差別化を図るために、ファブリケーターのインテリジェント化によるデータ変換機能の取込み、自社サービスとしてデジタルファブリケーターをつなぐネットワークサービスの提供、設計ツールとの連携強化による設計から出力までの一貫したサービスの提供などを実施していくことが考えられる。そのような動きに合わせて、企業は設計ツール、デジタルファブリケーターネットワークを中心に、データ変換機能、協調デザイン機能、ドキュメント共有機能などのコラボレーション基盤を構築、提供していくことが考えられる。また、複数拠点同時中継機能、ドキュメント共有機能などのものづくり以外でのコラボレーションでも活用できるサービスについては、既存のサービスの拡充という形で基盤が整備されていくことが考えられる。

一方、そのように個別各社で基盤を構築していくと、基盤自体がバラバラになってしまい、結果的に非常に使い勝手の悪いものになってしまう。そのような状況を防ぐためには、遠隔操作・監視、データ変換、協調デザインなどについて、その実装アーキテクトを標準化し、違う会社の機器・ツールでも出力が可能になるようなルールを付ける必要がある。

また、銃・わいせつ物などを出力させないフィルター設定機能のような規制に関連する機能については、国で方針を決め、情報基盤の一部として実装していくことが考えられる。

(2) 仮説検証結果サマリ

公知情報調査、実証実験、インタビューを通じた仮説検証結果は以下のとおり。

項目		確認対象	確認内容	検証結果
業務機能要件				
第1層：工場のネットワーク化・スマート化	工場の稼働状況可視化機能	公知情報調査	• Industry4.0 の構想の内容を確認。構想では、生産設備をモジュール化し、共通基盤につなぐことで、工場の生産設備がネットワーク化され、外部からの生産設備の利用が可能になることが示されている。	• 生産設備をモジュール化し、共通基盤につなぐことで、生産設備がネットワーク化され、外部からの利用が可能になることが確認できた。 • 構想では、個人の利用を想定しておらず、工場ネットワークの個人の利用について、どのようなルールのもとで行うべきなのかのついては議論が必要
		インタビュー調査	メーカーへのインタビューの中で、現状では、技術的に実装可能でも、運用ま	運用まで考えると、工場側のビジネス／業務モデルの見直しが必要

			で考えると工場側の準備ができていないとの指摘があった。	
	工場の生産能力可視化機能	公知情報調査	• Industry4.0 の構想の内容を確認 • 構想では、生産設備をモジュール化し、共通基盤につなぐことで、工場の生産設備がネットワーク化され、外部からの生産設備の利用が可能になることが示されている。	• 生産設備をモジュール化し、共通基盤につなぐことで、生産設備がネットワーク化され、外部からの利用が可能になることが確認できた。 • 構想では、個人の利用を想定しておらず、工場ネットワークの個人の利用について、どのようなルールのもとで行うべきなのかのついては議論が必要
	工場検索機能	公知情報調査		
第 2 層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	複数拠点同時中継機能	実証実験	• テーマ①農業分野、テーマ②福祉分野でビデオ通話サービスを活用し検証 • 設計、検証段階で、ビデオ通話システムを活用することで、遠隔地間での打合せを実施することができた。	• 複数拠点同時中継機能が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現することに寄与することが確認できた。 • 既存サービスでは提供されていないが、今後具備すべき機能として、「空間」「臨場感」を共有する仕組み、周りの人に見られない仕組み、人の視点の共有機能の機能の必要性が指摘された。
	協調デザイン機能	実証実験	• テーマ①農業分野で協調デザイン機能を持った C A D ツールを活用し	協調デザイン機能が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同

			検証 ・協調デザイン機能を活用することで、遠隔地でも共同設計が可能なことを確認した。	様のコミュニケーションを実現することに寄与することが確認できた。
追加機能	活動履歴共有機能	実証実験	・テーマ①農業分野、テーマ②福祉分野で活動履歴共有サービス（チャットサービス）を活用し活動履歴の共有を行った。 ・活動履歴を共有することで、遠隔地でも、問題の可視化・共有ができ、そのことが新たなアイデアを生むことを確認した。	実証実験の中で、活動履歴共有機能が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために必要な機能であると指摘された。また、その機能が実現に寄与することが確認できた。
	・動画・画像・ドキュメント共有機能	実証実験	・テーマ①農業分野、テーマ②福祉分野で、外部ストレージを活用し情報共有を行った。 ・動画・画像・ドキュメントを扱える外部ストレージを活用することで、遠隔地間で綿密な情報共有が可能になることを確認した。	・実証実験の中で、動画・画像・ドキュメント共有機能が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために必要な機能であると指摘された。また、その機能が実現に寄与することが確認できた。 ・既存サービスでは提供されていないが、今後具備すべき機能として、動画・ドキュメント検索、情報重要度の反映、写真・動画の説明機能、コメント

				機能の拡充、撮影意図や撮影画角・撮影風景の周辺状況や前後の作業状況についての付則情報の共有の必要性が指摘された。
	3D映像での情報共有機能	実証実験	• テーマ①農業分野で、VR システムを活用し、製作したもののレビュー、検証を行った。 • V R が遠隔地間での製作物の共有に有効であることを確認した。	実証実験の中で、3D映像での情報共有機能が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために必要な機能であると指摘された。また、その機能が実現に寄与することが確認できた。
	窓口一元化機能	インタビュー調査	• 先進的なものづくりコラボレーション実施者へのインタビューの中で、効率的なコラボレーションの実現のために窓口一元化機能が必要だと指摘があった。	窓口一元化機能が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために必要な機能であると指摘された。
第3層：デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	遠隔監視機能	公知情報調査	• Industry4.0 の構想の内容を確認 • 構想では、生産設備をモジュール化し、共通基盤につなぐことで、工場の生産設備がネットワーク化され、共通基盤を通じての遠隔監視、遠隔操作が可能になることが示されている。	• 生産設備をモジュール化し、共通基盤につなぐことで、生産設備がネットワーク化され、遠隔監視、遠隔操作が可能になることが確認できた。 • 構想では、個人の利用を想定しておらず、工場ネットワークの個

	遠隔操作機能			人の利用について、どのようなルールのもとで行うべきなのかのついては議論が必要
追加機能	資材ストックデータの共有機能	実証実験	• 実証実験の中で、遠隔地でのコラボレーションに必要な情報として、資材ストックデータが指摘された。	実証実験の中で、各拠点でどんな資材を持っているか（資材ストックデータ）の情報共有が、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために必要な機能であると指摘された。
第 4 層：標準化されたものデータ、材料データの流通	データ変換機能	実証実験	• データ変換機能を提供する情報基盤として FabCAM を構築・活用した。データ変換機能に必要な機能を確認した。 • テーマ① 農業分野、FUSION36 を活用し、データ変換を実施行った。データ変換機能を活用することで、出力作業の大幅な効率化が可能なることを確認した。	データ変換機能が遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現することに寄与することが確認できた。
第 5 層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境	レシピ共有機能	インタビュー調査	• 先進的なものづくりコラボレーション実施者へのインタビューの中で、レシピサイトが、二次創作・三次創作を促すことに有用なこと、用途としてのレシピなど、共有すべき情報を拡充する必要	• レシピ共有機能が、他人のものづくりのノウハウを参照・活用し二次創作・三次創作を促すことに寄与することが確認できた。 • 製作後の使用状況情報、環境情報

			があることが指摘された。	(気温、湿度など)の追加の必要性が指摘された。
		実証実験	・実証実験の中で、ものづくり過程を記録する「実験ノート」の機能が、情報共有には有効であるとの指摘があった。	・既存サービスでは提供されていないが、今後具備すべき機能として、ものづくりの製作過程を記録・共有できる「実験ノート」の機能が指摘された。
	レシピ引用機能	公知情報調査	・レシピ引用機能を持つ共同開発支援サービスの調査を実施 ・登録されたレシピを引用した、ものづくりが促進されていることを確認した。	・レシピ引用機能が、他人のものづくりのノウハウを参照・活用し二次創作・三次創作を促すことに寄与することが確認できた。
情報セキュリティ要件	主体認証、権限管理、アクセス制御、ログの取得・管理、データの暗号化、不正プログラム対策、標的型攻撃対策	公知情報調査	Industry4.0 の構想の中で、セキュリティ要件として、可用性、整合性、ノウハウの保護／気密性、真正性、トレーサビリティ、法的安定性の必要性が指摘されていることを確認	機能の必要性、有用性については確認できた。今後、個人と企業に必要な要件を整理する必要がある。

調査仮説で定義した機能要件を、公知情報調査、インタビュー、実証実験を実施することで、他人のものづくりのノウハウを参照・活用し二次創作・三次創作を促すことができるのか、個人がデジタルファブリケーターと同じように、工場の設備を利用できるのか、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現することは可能かの三つの視点で検証した。

第1層：工場のネットワーク化・スマート化については、ドイツで検討されている Industry 4.0 の調査を中心に検証を行った。Industry 4.0 では、情報基盤の検討の中で、工場のネットワーク化・スマート化の必要性が指摘されている。工場の中にある製造機器（コンポーネント）までモジュール化し、それを共通基盤に接続することで、工場の生産設備への外部からの利用が可能であることを確認した。Industry 4.0 の構想では、個人の利用を想定しておらず、工場ネットワークの個人の利用について、どのようなルールのもとで行うべきなのかについては議論が必要。

第2層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化については、実証実験を中心に検証を行った。実証実験では、既に提供されているビデオ通話サービス、協調デザイン機能を持った CAD ツールを活用し検証を行った。実際に実証実験で活用することで、複数拠点同時中継機能、協調デザイン機能が遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために寄与することが確認できた。また、実証実験で、遠隔地コラボレーションを行う中で、活動履歴共有、動画・ドキュメント共有、3D 映像での情報共有の、機能拡張の必要性が指摘された。

第3層：デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM については、ドイツで検討されている Industry 4.0 の調査を中心に検証を行った。Industry 4.0 の情報基盤検討の中で指摘されている、工場のネットワーク化・スマート化によって、遠隔監視、遠隔操作が可能になることが確認できた。第1層同様、構想では、個人の利用を想定しておらず、工場ネットワークの個人の利用について、どのようなルールのもとで行うべきなのかについては議論が必要。

第4層：標準化されたものデータ、材料データの流通については、データ変換機能を持った情報基盤を構築することで検証を行った。データ変換機能を活用することで、出力作業が容易になることを確認できた。出力作業の効率化は、遠隔地で同じものを出力し、ものを触ってコミュニケーションを取ることを容易にする。そのことは、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現することに寄与する。

第5層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境については、公知情報調査、インタビュー、実証実験で検証を行った。実証実験ではアイデア、レシピの共有には、設計段階での情報共有機能の強化（実験ノート）が有効であるとの指摘を受けた。インタビューでは、レシピ共有機能が、他人のものづくりのノウハウを参照・活用し二次創作・三次創作を促すことに寄与すること、製作後の情報共有のための、必要スキル情報、製作環境情報のなどの情報がレシピ情報とともに必要であるとの指摘を受けた。レシピ引用機能を持つ共同開発支援サービスの公知情報調査で、登録されたレシピを引用したものづくりが促進されていることを確認した。

(3) 公知情報調査結果

1) Industry 4.0

Industry 4.0 の現状

Industry 4.0 とは、ドイツ政府が推進する製造業の高度化を目指す戦略的プロジェクトで、情報技術を駆使した製造業の革新のことを指す。工業、特に製造業を高度にデジタル化することにより、製造業の様相を根

本的に変え、マスカスタマイゼーションを可能とし、製造コストを大幅に削減することを主眼に置いた取組である。全ての機器がインターネットによってつながり、また ビッグデータ を駆使しながら、機械同士が連携して動くことはもとより、機械と人とが連携して動くことにより、製造現場が最適化されると想定している。

2013 年に「インダストリー4.0 プラットフォーム」が始動。機械、電気電子、情報通信の異なる三つの工業会（BITKOM、VDMA、ZVEI）が運営する事務局のもとで、テーマ別のワーキンググループを設けて、施策の実践に向けた議論を開始した。三つの工業会に属している企業の合計はおよそ 5,000 社で、ドイツの製造業の主要企業をほぼ網羅する規模となっている。そのワーキンググループの中で、異なる領域にまたがった工業会が、一つの目的に向かって連携している。

学術分野では、センシングや人工知能、オートメーション化など、クラスター（地域）ごとに異なる研究開発プロジェクトが進んでいる。

図表 16 インダストリー4.0 の主な研究開発プロジェクト

プロジェクト	主な研究内容	主管省庁／総助成額
CyproS	スマートファクトリーに関連した CPS の運用方式・ツールの開発、提供	BMBF/560 万€
Kapaflexcy	自律生産システムの実現	BMBF/270 万€
Prosense	人口知能システムとインテリジェントセンターに基いた生産管理の実現	BMBF/308 万€
Autonomik for Industrie4.0	自律制御システムの実現	BMWi/5000 万€～3 億€
It's OWL	「考える工場」スマートファクトリーのモデル運用 Plug and Produce	BMBF/2 億€
Integrative Produktionstechnik for Hochlohnlander	高人件費の先進国における製造業の在り方	BMBF/3000 万€
Digital Photonic Production	レーザー技術の生産応用	BMBF/1000 万€～
SPES 2020_XTCORE	組み込みソフトウェア開発	BMBF/1500 万€
NextGenerationMedia	輸送、健康、家電、生産分野におけるネットワーク構築（2011 年終了）	BMBF/4000 万€

独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター 日本機械学会発表資料を参考に加筆

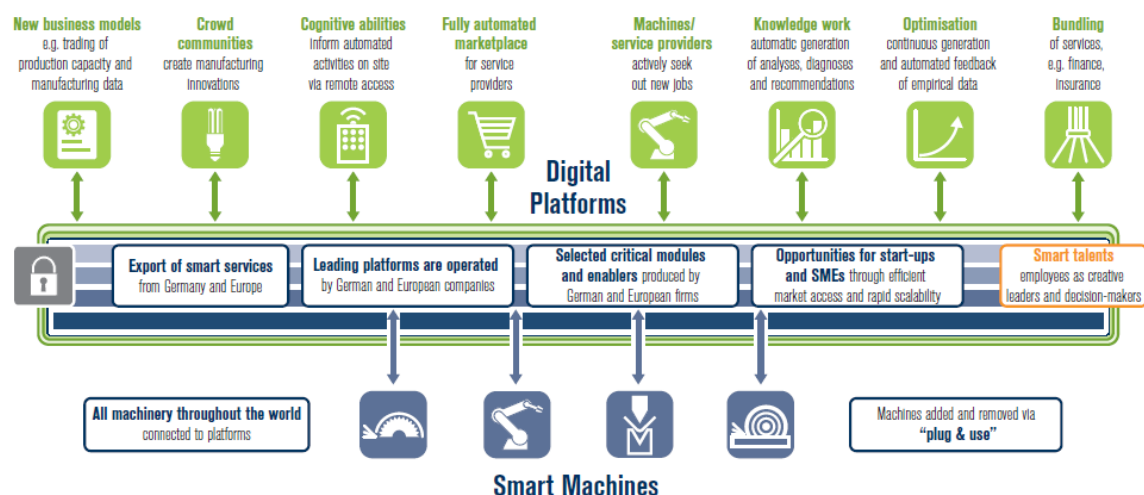
その中の、「It's OWL（Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe）」では、自分で考える「スマート工場」の実現を目標に研究開発投資を実施。その実現のためにバーチャルな情報とセンサーネットワークによる現実世界を結び付け、自律的に動作していくインテリジェントな自動機「サイバーフィジカルシステム」のモデル化を進めている。

ドイツ工学アカデミー（acatech）は、2015 年 3 月に、「Smart Service Welt」を発表。その中では、

2025 年の製造業の姿として、Industry 4.0 の検討が進み、実現された世界として「スマート製造サービス」の姿を提示している。

その中では、世界中全ての製造装置がモジュール化され、プラグアンドプレイでプラットフォームにつながり、その上で様々なサービスが創造、運営されていることを想定している。

Figure 1:
Smart manufacturing services 2025



出典 acatech SMART SERVICE WELT 2015

Industry 4.0 では、その実現に向けて、リファレンスアーキテクチャ・標準化・規格化の検討が進められている。その中で、装置を構成するコンポーネント（各デバイス）単位でモジュール化され、共通のプラットフォームに接続され、そのことにより、各デバイスは共通プラットフォームで様々な単位（コンポーネント、装置、生産ライン、工場、エリア、業務プロセス）でグループ化することが可能になり、そのことにより、様々な単位・階層での稼働状態の可視化、遠隔監視、遠隔制御を可能にするアーキテクチャが示されている。

Industry 4.0 ではセキュリティについても検討されている。Industry 4.0 では、セキュリティ要件として、従来の製造業で求められる、可用性、整合性、ノウハウの保護／機密性だけでなく、全ての設備がネットワーク化されることを前提に、真正性、トレーサビリティ、法的安定性の必要性が指摘されている。また、その必要な機能として、アイデンティティ管理、暗号化による機密性・整合性の保護、安全な遠隔アクセスを行うための企業間を超えたユーザー認証の実現、頻繁な更新を行うためのセキュリティゲートウェイによるカプセル化が検討されている。

Industry 4.0 の考え方は日本を含めて、世界的に注目されている。そして多くの国で、この考え方をベースに工場のネットワーク化の検討が進められている。今後、Industry 4.0 の考え方が浸透し、多くの工場設備がネットワーク化される中で、第 1 層：工場のネットワーク化・スマート化で定義した工場の稼働状況可視化機能、工場の生産能力可視化機能、工場検索機能、第 3 層：デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM で定義した遠隔監視機能、遠隔操作機能の必要性、有用性は高まっていくことが考えられる。また同様に、ネットワークシステムを前提とした、情報セキュリティ要件の必要性、有用性が高まってくることが考えられる。

2) レシピ引用機能を持つ共同開発支援サービス (GitHub)

GitHub (<https://github.com/>) はソフトウェア開発プロジェクトのための共有ウェブサービス。Ruby on Rails 及び Erlang で記述されており、GitHub 社によって保守されている。GitHub 商用プラン及びオープンソースプロジェクト向けの無料アカウントを提供している。

GitHub では以下の三つの機能を提供している。①フォーク(forking) :

フォークとは、食器のフォークの先端のように、一つのプロジェクトが複数に分派していくこと。それを GitHub では、誰かのリポジトリ⁴をほかの人がコピーすることによって行う。オリジナルに対するライト(write, 書込み)アクセスがなくても、それを自分のところで改変できる。

②プルリクエスト(pull request) :

自分が行った変更をオリジナルに反映い場合、オリジナルのオーナーに“プルリクエスト(pull request)”と呼ばれる通知を送る。そしてオーナーは、ボタンをクリックするだけで、その人のリポジトリに対して行われた変更を自分のリポジトリにも取り入れることができる。

③マージ (merge)

人のコードを自分の (メインの) コードに導入することを、デベロッパかいわいの用語でマージする(merge, 併合)という。マージは複数のデベロッパが関わるプロジェクトにおいて最重要な工程であり、GitHub ではそれが安全確実に迅速にできる。

三つの機能を活用することで、多くの人に、二次創作、三次創作を促すことができる。また、その変更履歴を管理すること、オリジナルを集合知によって進化させることができる。

GitHub は、2013 年 4 月に三次元ファイルビューワで、ファイルの変更部分を参照できる新機能を追加。ソフトウェアの開発だけでなく、3D データを活用したものの開発の基盤になることも視野に入れている。

GitHub は、フォーク、プルリクエスト、マージ、そして、その履歴管理機能は、第 5 層 : アイデアやレシピの交換とラーニング環境のレシピ引用機能を実装している。今後ものづくりにおいても二次創作、三次創作が実施される機会が増えることで、この機能の必要が高まることが考えられる。

(4) インタビュー調査結果

ファブコラボレーション基盤の検証を行うために以下のインタビューを行った。

⁴ リポジトリとは、アプリケーション開発の環境において、ソースコードや設計、データの仕様といった情報が保管されているデータベースのこと。リポジトリには、システムの設計情報やプログラムデータ、データの更新情報などが記録保管されており、特に複数の開発者が参加するプロジェクトにおいて開発状況の共有が容易にできるようになっている。リポジトリはネットワーク上に置かれたり、あるいはネットワークを介在しなくても済むように直接接続される場合などがある。(参照 : IT 用語辞典バイナリー <http://www.sophia-it.com/content/%E3%83%AA%E3%83%9D%E3%82%B8%E3%83%88%E3%83%AA>)

No	有識者	所属
1	田中 浩也	慶應義塾大学環境情報学部
2	小林 茂	情報科学芸術大学院大学
3	伊藤 純	ローランド ディー.ジー.株式会社
4	村松 一治	ローランド ディー.ジー.株式会社

インタビューを通じて、以下の事項についての検証ができた。

1) 第1層：工場のネットワーク化・スマート化

ローランド ディー.ジーでは、切削 RP マシンを中心に、ハイエンドからローエンドまでの、3D プリンタ、カッティングマシンなどのデジタルファブリケーターの製造・販売を実施している。近年は、ファブ施設の開設などの増加により、全体にビジネス規模が拡大している。ファブラボにはローエンドクラス（20万円程度）、TechShop にはミドルエンド（500万円程度）の機器が導入されている。

インタビューでは、工場のネットワーク化・スマート化について伺った。現状では、小ロット生産に対応できる工場が少ないこと、また工場のビジネス上のメリットが少ないことから、工場の稼働状況可視化については、技術的に可能かどうかという視点ではなく、ビジネスの視点で工場が対応するのが難しいのではないかという意見を頂いた。

2) 第2層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化

情報科学芸術大学院大学では、地元企業が参加し、コラボレーションを行うことで新しい商品を生み出すことを目的とした「コア・ブースター・プロジェクト」を実施している。同プロジェクトを運営している小林氏には、コラボレーション型のものづくりでの情報基盤に期待することを伺った。小林氏の話では、コラボレーションを行う際に活用可能なツールが点在しているため環境整備に手間がかかるとのこと（全てのサービスのアカウント取得が必要など）、コラボレーションをより効率的に行うためには入口を一元化する機能が必要との指摘を受けた。

3) 第5層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境

小林氏へのインタビューでは、そのコア・ブースター・プロジェクトを通じて、レシピ共有機能の必要性について伺った。

レシピ共有機能に含まれる情報として、用途レシピ情報の追加、気温などの出力環境情報が必要であるとの指摘を受けた。完成品だけでなく、用途としてのレシピがあると更にその利用範囲は拡大する。治具としての使い方など、完成品の本来の目的とは違う使い方についても情報が提示できると、データベースとしての利便性の向上、二次創作、三次創作を促すことにもつながる、気温などの出力環境情報を失敗例も一緒に登録できると、他の人から意見をもらったり、メーカーがその情報を参考に、改良実施、新しい商品の開発を行うことができるとのことだった。

4) 運用に関する指摘

インタビューの中では、情報基盤の機能要件だけでなく、運用に関する要件も指摘された。

情報科学芸術大学院大学の小林氏からは、複数拠点が連携してものづくりを行うためには、環境整備（チームづくり、ルールづくり）が重要だとの指摘があった。情報科学芸術大学院大学で行ったコラボレーションプロジェクトでは、小林氏がその環境づくりを行った。その経験から、複数拠点が連携してものづくりを行うためには、環境整備できる人の存在が重要で、必要になるとのことだった。

そのような環境の一つとして、ツールや CAD についてはできるだけ、共通のものを利用し、その上でデータをやり取りできることの有用性について指摘があった。ツールが共通化されていないと、そのデータ変換に大きな時間を取られてしまい、直感的に修正・変更ができない。そのことは、作業・考えを止めてしまうことになり、大きなストレスになる。

(5) 実証実験結果

実証実験の結果から、以下の調査仮説の機能について、検証することができた。

1) 第2層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化：複数拠点同時中継機能

テーマ①農業分野における検証では、ビデオ通話サービスを活用して、帯広、浜松、東京の複数拠点同時中継を実施した。その機能を活用し、プロトタイプレビューを行った。テーマ②福祉分野における検証でも、ビデオ通話サービスを活用して、奈良、大阪、東京、横浜の複数拠点同時中継を実施した。その機能を活用し、製作物のテーマ決定、プロトタイプユーザーテストを実施した。

複数拠点同時中継機能は、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現する上で有用であった。ビデオ通話サービスを活用して、通話と同時にファイル共有をすることで、情報量の多い、双方向のコミュニケーションが可能になり、問題認識の共有、新しいアイデアの創出が可能になった。

一方、実際にコラボレーションにビデオ通話サービスを活用してみて、幾つかの問題点も抽出された。

通信環境の整備が十分でなかったため、通信品質の低下によって、中継・劣化することがあった。円滑なコミュニケーションができないことは大きなストレスになっていた。

現在のビデオ通話サービスでは、映像と資料を共有できるが、映像は、固定されたカメラを使用しているため、その場の臨場感までは伝わらないこと。ものづくりを共同で行うためには、その場の臨場感を共有したいという意見が出された。実際にものを触りながら説明する際に、どこにフォーカスを当てて映像を見れば良いのかを人の視線に合わせてその焦点を当てることによる、「人の視点の共有機能」も拡張機能として挙げられた。

ビデオ通話サービスは、どこからでもつながれるといった利点もあるが、会議の内容によっては第三者に知られたくない場合にどのように情報セキュリティを守るかという問題がある。その観点から考えると接続場所を考える必要があることも指摘された。

テーマ②福祉分野における検証では、ICT リテラシーが高くない人もプロジェクトに参加していただいた。彼らからは、Google HangOut などの複数拠点同時中継機能を活用するためには、その作法や慣れが必要だとの指摘もあった。

2) 第2層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化：協調デザイン機能

実証実験では、設計のためのモデリングツールとして協調デザイン機能を持ったCADツールを活用した。協調デザイン機能は、同じ設計データを複数拠点のメンバーで共有し、同時に設計を行い、その履歴管理、変更に対してコメントを付ける機能を持っている。テーマ①農業分野における検証ではこの機能を活用して、浜松で開発した設計データを帯広からレビューをしてもらい、その内容についてフィードバックをもらった。

協調デザイン機能は、遠隔地での情報共有の効率化、コラボレーションによる新しいアイデアの創出が可能になるので、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現する上で有用であった。従来の一度作成したファイルを格納し、そのファイルを別の拠点で開き、その内容を確認して、そのフィードバックを行う方法に比べて、その作業時間が大幅に短縮される。また、同じファイルを同時に複数の人が利用することで、データを介したコミュニケーションが可能になり、新しいアイデアが生まれることが期待できる。

一方で、設計データを介してコミュニケーションを行うためには、双方が高い設計ノウハウを持っていることが前提になる。十分な設計ノウハウを持っていない人との協調デザインをどのように行うかについては、今後検討が必要である。

3) 第2層：工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化：追加機能

第2層については、実証実験を通じて、いくつかの追加機能の必要性が指摘された。

追加機能として指摘された機能は以下のとおり。

① 活動履歴共有

今回の実証実験では、各拠点での活動を共有する仕組みとして、活動履歴共有サービス（チャットサービス）を活用した。二つの実証実験ともに、活動履歴（打合せ、製作日誌、その他の情報共有）に活動履歴共有サービスを活用し、その活動ログを共有した。

② 活動履歴を共有することで、遠隔地で分かりづらい双方の活動内容をリアルタイムに共有することが可能になった。そのことにより、問題の可視化による問題解決の可視化が可能になった。また、ふとしたつづやきのような、何気ないことが、アイデアにつながるといった、同じ場所で作業をしているのと同じようなコラボレーション効果を生むことが可能になった。**動画、ドキュメント共有**

今回の実証実験では、企画段階、設計段階で拠点間で動画、ドキュメント、設計データの共有を、外部ストレージ、画像・動画共有サービスを活用し実施した。

テーマ②福祉分野における検証では、奈良にある介護施設での作業現場の現場観察を実施。その際に動画、写真を撮影し、画像・動画サービスで大阪と共有した。そして、その共有した、画像・動画を見ることが、奈良、大阪で作業現場の効率化のためには何が必要かのアイデア出しを行った。

遠隔地での共同作業を行う上では、動画・ドキュメント共有には、既存サービスに、動画・ドキュメント検索、

情報重要度の反映、写真・動画の説明機能、コメント機能の拡充、撮影意図や撮影画角、撮影風景の周辺状況や前後の作業状況について、情報が共有できる機能を追加する必要があることが指摘された。既存の動画・ドキュメント共有サービスには、どのファイルが重要か、そのファイルを見てどのように感じたか/考えたかについて共有する機能がない（そのような情報を共有するためには、ドキュメントをリストにし、そのリストに書き込む必要がある）。ドキュメントの重要度を共有する機能及びドキュメントへのコメントを共有する機能が、遠隔地間で共同作業を行う上で重要であると指摘があった。。

③ 3D 映像での情報共有

テーマ①農業分野における検証では、製作物の共有に VR システムを活用した。浜松で作成した製作物をトラクターに実装したものを 360 度の動画を撮影できる機器で撮影し、その映像を画像共有サイトにアップロードし、帯広と共有した。帯広では、アップロードされた動画を VR システムで確認した。

VR 技術を活用することで、遠隔地で、大きさ、臨場感を動画・画像よりも正確に共有することができる。大きさ、臨場感を共有することで、遠隔地で、より同じ場所で共同作業行うことに近い体験をすることが可能になる。

④ 資材ストックデータの共有

テーマ②福祉分野における検証では、奈良の介護施設側にデジタルファブリケーターを設置し、大阪で設計したデータを奈良に送付し、実際には奈良で出力することを行った。その際に、出力する側にどのような資材があるのかわかると、その資材を踏まえて、設計をすることができ、より効率的に遠隔地での作業が可能になるとの指摘があった。

4) 第 4 層：標準化されたものデータ、材料データの流通：データ変換機能

今回の実証実験では、データ変換機能の検証のために、データ変換機能を実装する情報基盤を構築した。データ変換機能を活用することで、作成した設計データをデジタルファブリケーターに合わせてデータ変換することなく出力させることで、出力作業の大幅な効率化を行うことができた。遠隔地でのコラボレーションでは、ものづくりの過程で設計、出力を何度も繰り返し、試行錯誤することが考えられる。そのため、出力作業の効率化は、遠隔地で、同じ場所で共同作業を行うのと同様のコミュニケーションを実現するために大きく貢献する。

5) 第 5 層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境：レシピ共有機能

テーマ②福祉分野における検証では、作成した治具についての製作方法について、最終的にもものづくりレシピ共有サイトに登録することを想定し進めた。

その中で、ものづくりレシピ共有サイトは、製作後にレシピを共有するには十分な機能を持っているが、製作方法をリアルタイムで共有するツールとしては、現在の機能では機能不足との指摘を受けた。現在のものづくりレシピ共有サイトはレシピとして完成度の高い情報を記述、共有するには十分だが、製作中には「実験ノート」のようなデータを簡易的に登録できる機能、データ集計を簡易化する機能を追加して、仮説＞検証実験＞考察＞再試験＞…の循環を都度記録し、可視化したいとの指摘があった。

6) 運用要件

実証実験の中では、情報基盤の機能要件だけでなく、運用に関する要件も指摘された。

今回の実証実験の中で指摘されたことの一つ、遠隔地でコラボレーションをする際には、できるだけ同じ環境（素材、機材）を整えた方が良いということだった。遠隔地でのコラボレーションを行う際には、一方の拠点で設計したものを、他方の拠点で出力し、試すことが考えられる。その際に、同じ環境が整っていれば、データの変換、出力の設定調整をする必要がなく、「直感的」に作業、思考を止めることなく作業を行うことができる

また実証実験を通じて、拠点間の関係性についての指摘があった。遠隔地でのコラボレーションを実施するためには、一方が製作し、一方が利用するというコミュニケーションではなく、一方が製作したら、他方では、試し、修正を加える、その情報を踏まえてもう一方で更なる修正を加えたと行った双方向でのやり取りを行い、スパイラルでものの品質を上げていくコミュニケーションが行われる必要性が指摘された。その際に、双方の拠点で出力し、試す、遠隔地でありながらも、ものに触りながらのコミュニケーションを取ることができる、デジタルファブリケーターを活用したものづくりの有用性も指摘された。

3.3. ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通基盤

(1) 調査結果

ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通基盤とその構成イメージ及び運用イメージ、留意点を以下に示す。

1) 情報基盤

素材データベースは、ものづくりに関わる個人や組織の創造力を刺激し、効率的な素材活用を支援し、法的対応の負荷を減らすデータベースとして意味があると考えられる。この目的に立ったときに、調査やインタビュー結果から、素材データベースには下記のような情報項目と機能要件が求められると想定される。

i. 情報項目

データベースに登録する情報項目としては、素材生産者が素材の基本情報として登録する情報、素材生産者とユーザー双方が登録する情報、ユーザーのみが登録する情報の3種類ある。

登録者	情報項目
素材生産者	a. 素材名：素材の名称 b. カテゴリ：素材の材質による分類（紙、繊維、木材、化学品、部品） c. 原産国：素材の原産国 d. 産地詳細：素材の原産国の中の地域 e. メーカー名/生産者名：素材、部品のメーカー、生産者の名称 f. 原材料：素材の原材料 g. 組成：素材・部品の組成 h. 取得している認証：当該素材が取得している公的認証 i. 入手方法：素材・部品の入手方法 — 購入先リンク：素材・部品が購入できる web サイトへのリンク — サンプル依頼先：素材・部品のサンプル依頼の連絡先 j. サステナビリティ：素材が再生可能かどうか k. 素材登録者：素材の登録者名 } 関係する法的規制・業界規制
素材生産者・ユーザー双方	l. 活用事例（用途タグ付き）：素材を実際にどう活用したか — レシピサイトリンク m. 特性：素材の質感、物性、性能 n. 可能な加工法：素材を活用してできる加工方法 o. 使用可能な機材：素材を活用できるデジタルファブリケーター — 適した設定値
ユーザー	p. レビュー：素材・部品を活用しての感想

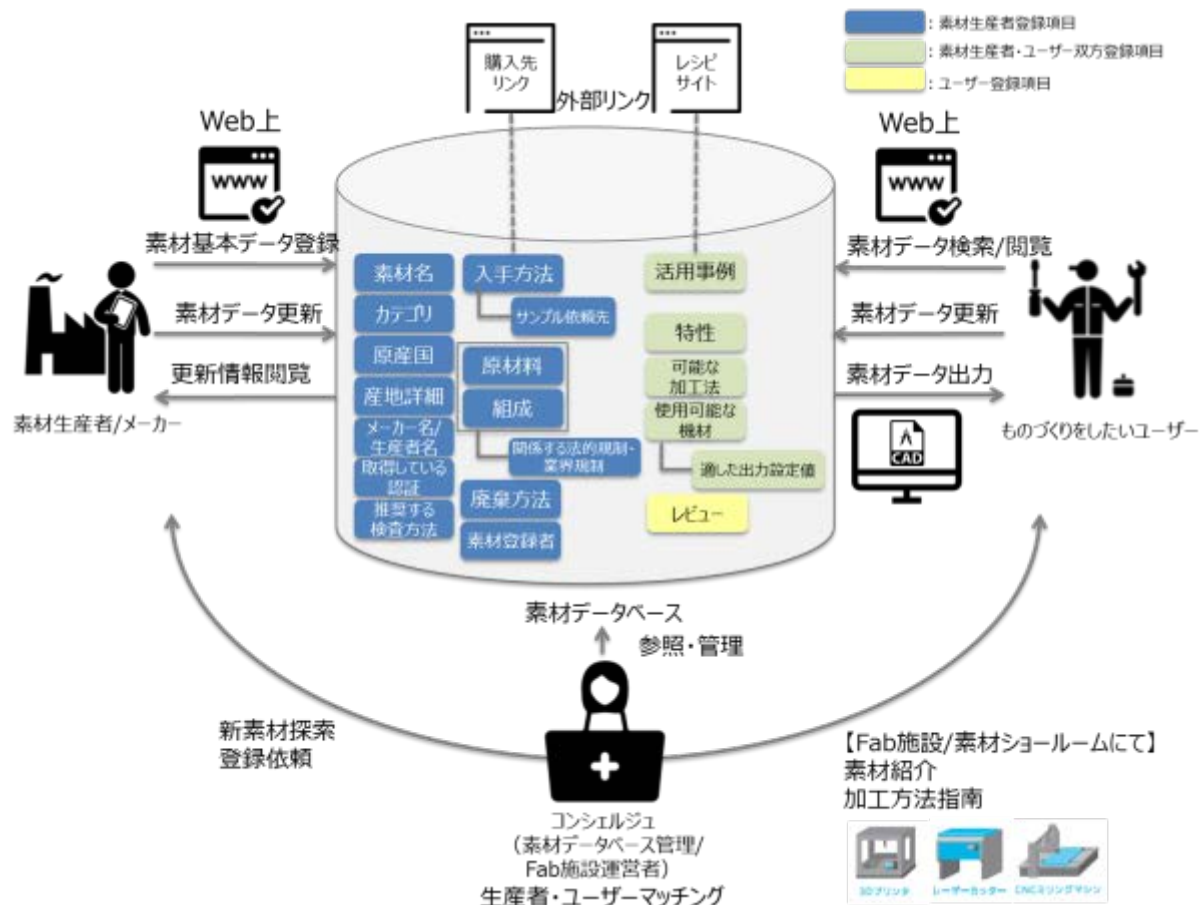
ii. 機能要件

機能	内容
素材データ登録機能	素材に関する情報をデータベースに登録する機能。

	登録するデータは、素材生産者が登録するだけでなく、素材情報をものづくりに活用したいユーザーが、実際の素材の活用経験をもとに情報を更新していくことが望ましいと考える。それによって生産者にとっても素材の新たな活路を見出すきっかけになるとともに他の閲覧者にとってもより実用的な情報が得られるため双方にメリットがある。
素材データ更新機能	データベース上にある素材に関する情報を更新する機能。 「素材データ登録機能」の記載のとおり、素材の基本情報は素材生産者が入力するが、ユーザーも、「特性」「可能な加工法」「使用可能な必要機材」「使用可能な機材」「活用事例」に関しては更新が可能である。
素材データ参照機能	データベース上にある素材に関する情報を参照する機能。 登録情報項目の内容を参照できる。
素材データ検索機能	データベース上にある素材に関する情報を検索する機能。 素材名やメーカー名といった基本情報だけでなく、素材データベースに登録されるあらゆる情報で検索をかけられるようにする。
素材データ出力機能	設計用ソフトウェア、CAD ソフトウェア等が素材の情報を保持させる機能を具備するようになることを想定し、素材データをそれらのソフトウェアに取り込める形式で出力する機能。
マッチング支援機能	データベース上にある素材の提供者と、その素材を使用したい者のマッチングを支援する機能。参照している素材情報のページから、メーカー/生産者に注文若しくは連絡を取れるようにする。
公開範囲設定機能	登録した各項目の内容について、データ登録者が公開、非公開の権限を設定する機能。公開、非公開には条件を付与できることが望ましい。例えば、パスワード付きで公開とすることで、パスワードを知っている者のみが参照することができるようにする。若しくは、権限グループ設定を取り入れることで、あるグループのみ公開することを可能にする。

2) 構成イメージ

図表 17 素材データベースの構成イメージ



3) 運用イメージ

● 扱う素材

ものづくりに活用される「素材」と一言で言っても天然素材、化学生成品に分類でき、更にものづくりのために調達すべき材料を検索できるデータベースと拡大解釈して捉えるならば、ねじなどの部品、基板やコンデンサーなどの電子部品も扱うことで、よりユーザーの創造力を刺激し、効率的な素材活用を支援することにつながると考えられる。理想的には、ものづくりのために活用可能な材料全てのデータを取り扱うことが望まれる。また、先端素材・部品のみならず、地域固有の素材に関しても取り扱うことで、日本独自の素材を技術的な観点からも伝統的な観点からもアピールすることができるようになると考えられる。

● リアルな場との連携

データベースのみでの運用ではなく、リアルな素材サンプルを確認できるショールームや、デジタルファブリケータの設置してある Fab 施設の担当者が何かものを作りたいユーザーのニーズをくみ取り、素材の性能や加工方法の紹介を行ったり、実際に素材に触ってもらったりするなど、リアルな場との連携が必要である。行く行くは、マッチング機能は人間ではなくロボットや人工知能が担えるようになるかも知れないという予想もある。

● 運用主体

運用主体に関しては、データベースの運営は専門で担う組織が必要であるが、意志のある人が運営するのが最も良いが、そのような人が出現するまでの間は、公的機関で作ることも考えられる。

4) 留意点

まず技術面での留意点として、素材の感触に関してデータ化が難しい点が挙げられる。

触ってわかること、持ってわかることをデータベースに結び付けるのは極端に難しいという指摘があった。素材の触り心地のデータベース化は難しい。このため、どうしてもリアルな場で素材の触り心地について確認できる場を設ける必要は出てくる。

次に運用面での留意点として、コンシェルジュ的役割を果たすことができる人材の育成が求められる点が挙げられる。素材の知識だけではなく、適した加工方法やデジタルファブリケーターそのものの使い方に関する知識も求められることから、幅広い知識が必要になるため、育成に時間がかかると想定される。

(2) 仮説検証結果サマリ

公知情報調査、実証実験、インタビューを通じた仮説検証結果は以下のとおり。

項目	確認対象	確認内容	検証結果
データ項目	公知情報調査 インタビュー調査 実証実験	- 素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポートしている。下記の登録項目が素材を紹介しマッチングするデータベースの項目として必要なことが確認できた。 a. 素材名 b. カテゴリ c. 原産国 d. 産地詳細 e. メーカー名/生産者名 f. 原材料 g. 組成 h. 特性 i. 可能な加工法 j. 使用可能な機材 k. 取得している認証 l. サンプル取寄せ先 m. サステナビリティ	登録項目として下記を設定することが有効と考えられる。 【素材生産者登録項目】 a. 素材名 b. カテゴリ（材質） c. 原産国 d. 産地詳細 e. メーカー名/生産者名・連絡先 f. 原材料 g. 組成 h. 取得している認証 i. 推奨する検査方法 j. 入手方法 — 購入先リンク — サンプル依頼先 k. 廃棄方法 l. 素材登録者 【素材生産者・ユーザー双方登録項目】 ・ 活用事例（用途タグ付き） — レシピサイトリンク n. 特性 o. 可能な加工法 p. 使用可能な機材 — 適した設定値

		n. 活用事例 o. 素材登録者 - 化学生成品は、その用途に応じて原材料の含有量が法規制、業界規制で制限がかかる場合があるため、関係する法規制に関して記載があることが望ましいことが確認できた - 素材情報だけではなく、加工法、完成品、レシピ情報も併せて掲載されていることで創造性が刺激されるという指摘があった 3D 加工の場合デジタルファブリケーターのメーカーごとにその素材を使用したときの最適設定値まで記載があると良いという指摘があった - 購入もその場でできると良いという指摘があった	【ユーザー登録項目】 q. レビュー
素材データ登録機能	公知情報調査 インタビュー調査 実証実験	素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポートしている。データ登録機能を有し、展開国で活用されていることが確認できた。	創造性を高め、効率的な素材活用を支援するためのデータベースを構築するために、素材データ登録機能は必要
素材データ更新機能	公知情報調査 インタビュー調査	- 素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポートしている。素材データ更新機能を有し、展開国で活用されている。 - 素材メーカー、ユーザー、双方から記載できると良い。実際の活用事例やレビューなどはユーザーも記載できるようにするとメーカー側も気付かなかった新しい用途の発見につながるのではないかと。	創造性を高め、効率的な素材活用を支援するためのデータベースを構築するために、素材データ更新機能は必要。 データ更新は、素材生産者、データベース管理者に限らず、データベースを参考にものづくりを実施する人も含めて誰でも可能なことが望ましい。
素材データ参照機能	公知情報調査 インタビュー調査	素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポート	創造性を高め、効率的な素材活用を支援するためのデータベースを構築するために、素材データ参照機能は必要

		している。素材データ参照機能を有し、展開国で活用されている。 • ユーザーの創造性を刺激するような素材情報が掲載されたデータベースが必要だという指摘があった。	
素材データ検索機能	公知情報調査 実証実験 インタビュー調査	• 素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポートしている。素材データ検索機能を有し、展開国で活用されている。 • 素材名だけでなく、材質や加工方法や用途からも検索ができると良いという指摘があった。	創造性を高め、効率的な素材活用を支援するためのデータベースを構築するために、素材データ検索機能は必要。 素材データ登録機能で規定した登録項目から検索が可能になっていることが望ましい。
素材データ出力機能	公知情報調査 インタビュー結果調査	• 素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポートしている。素材データ出力機能（素材データ印刷）を有し、展開国で活用されている。これまでは設計用ソフトや CAD ソフトへの素材情報の入力は手入力で行っていた。今後のデザイナーの職能は材料まで含めた設計能力が職能になることが想定されるため、素材の物性情報が設計ソフトや CAD ソフトに自動的に取り込まれて設計が可能になると良いという指摘があり、ニーズが確認できた。	創造性を高め、効率的な素材活用を支援するためのデータベースを構築するために、素材データ出力機能は必要。 設計ソフトや CAD ソフトへの素材情報の出力機能も有していることが望ましい。
マッチング支援機能	公知情報調査 実証実験 インタビュー調査	• 素材データベースに近い概念のものとして、すでに Material Connexion 社の Material Library が存在し、ユーザーのものづくりにおける新素材発見、活用方法把握をサポートしている。スタッフによるショールームでの素材紹介や、素材調達に関するコンサルティングを実施し、明確なニーズを持っているユーザーに活用されている。 • 製造業で活用が進んでいる、受発注マッチングサイトでは、製造に利用したい「素材」の	創造性を高め、効率的な素材活用を支援するためのデータベースを構築するために、マッチング支援機能は必要

		名前や加工技術などの情報から自社のニーズにマッチした企業を検索できるようになっており、マッチングのニーズを確認できた。 • 素材を面白く使って欲しいメーカーと、何かものを作りたいユーザーをつなぐ役割をデータベースが果たす必要がある、という指摘があった。 • ICT リテラシーが高くない人でも活用できるように、データベースで完結するだけでなく、実際の人の仲介も必要ではないか、という指摘もあった。	
公開範囲設定機能	インタビュー調査	• オープンクローズの機能はあったほうが良い。完全にオープンだとできることが限られる。ブラックボックスにしたい内容もあるだろう、という指摘があった。	公開範囲設定機能は必要と考えられる。

素材データベースの運用に関する指摘

機能要件だけでなく、実際に素材データベースを運用するに当たっての留意事項についても調査で明らかになった。

項目	確認対象	内容
素材に触れる場の提供	インタビュー調査	実物の素材に触れられる場が必要
素材とユーザーをつなぐ人材	インタビュー調査	素材とユーザーをつなぐ人が必要。その人にはものづくりと素材に関する知識を保有し、素材の目利きをし集めてくるキュレーターの役割と、ユーザーのニーズをつなぐものづくりコンシェルジュの能力が求められる
構築ステップ	インタビュー調査	天然素材は個体差や経年変化があるので、品質が個体によって変化しない化学生成品から登録を進めるのが望ましい
運営主体	インタビュー調査	素材データベースの管理には大きな工数と専門性が必要になるため、専門で担う組織が必要 運営自体は民間でも公的機関でも意志のある人が運営するのが最も良いが、そのような人が出現するまでの間は、公的機関で作る、というのも良いのではない

(3) 公知情報調査結果

ものづくりに関わる人・組織の創造性を高めたり、効率的な素材活用を支援したりするための素材や原料データベースが既に存在するか調査したところ、Material Connexion 社の Material Library、Fablab 仙台での素材展示、製造業における受発注マッチングサイトが近い概念のものであることがわかった。

1) Material Connexion 「Materials Library」

素材に関するデータベースとしては、Material Connexion 社の提供している「Materials Library」が既に存在している。Material Connexion 社は、先端素材を集めた「Materials Library」をグローバルに展開する会社である。1997 年にニューヨークで設立され、世界最大規模の会員制の「Materials Library」、製品開発のコンサルティング、素材プロモーションを主要事業としている。現在世界 7 拠点（アメリカ、イタリア、タイ、韓国、日本、スウェーデン、スペイン）で展開しており、会員は全世界で 36,000 人に上る。各国で運営主体が異なり、我が国では日本写真印刷株式会社と株式会社 FEEL GOOD creation が共同出資する「株式会社エムクロッシング」が 2013 年から運営している。民間が運営しているのはニューヨーク、ミラノ、東京のみ。韓国、タイは政府、ビルバオは鉄鋼業の産業振興のような団体、スウェーデンは家具協会が運営している。素材ライブラリーという趣旨からすれば、情報発信や人的交流を促して国内産業の振興・育成を図るという意味合いが大きいと、公的機関が運営しているケースが多いという。

「Materials Library」は、世界中からニューヨークの審査を経て厳選された 7,000 点を超えるマテリアルを検索できるオンラインデータベース、実際に 500 点以上のマテリアルに触れることができるオンサイトライブラリーで構成されている。個人又は法人会員（いずれも有償）になると、世界 7 拠点全てのライブラリーの利用が可能になり、素材を検索することができる。現在、ライブラリーは英語、日本語、イタリア語、ドイツ語、スウェーデン語、トルコ語、中国語、韓国語、タイ語の 9 か国語に対応している。

審査基準は、「1. これまでにない素材」、「2. 旧来から大きく改良されたもの」、「3. これまでにない使い方で、新しい可能性が見出だせるもの」、「4. エコロジカルでサステナブルなもの」のいずれかの点で突出していること、同品質のものを一定量継続して提供できることが条件となっている。

データベースは、会員 ID とパスワードを入力して、ユーザー認証をすることでデータベースを閲覧・検索できるようになる。全てのマテリアルはポリマー、自然素材、金属、ガラス、カーボン、セメント、セラミック、加工プロセスのいずれか 8 つのカテゴリに分類されており、特性や原産国など様々な切り口で検索することが可能である。

「Advanced Search」により絞り込み検索を行うことができる。

素材の詳細ページでは、原産国、メーカー名、原材料、組成、特性、可能な加工法、取得している認証など生産に必要な基本情報が紹介されている。「My Materials（お気に入り）」に登録することもできる。また、直接素材メーカーの担当者にサンプル依頼などのコンタクトが取れるメールフォームが用意されている。

このように、Material Connexion 社の「Materials Library」では、これまで素材メーカーの新作発表会や展示会などに通ったり、部材ショップに足を運んだり、時間と労力を使わなければ新しい素材に出会うことが難しかった状況に対し、ものづくりを実施したい人や企業にもものづくりのアイデアや創造性を喚起する場をオンライン、オンサイトで提供している。扱う素材は先進素材に限定しているが、素材データベースの概念に非常に近く、扱っているデータ項目、機能や、素材情報提供のために行っている事業内容（オンサイトでの素材展示、コンサルティング業務）は参考になると考えられる。

- ・ Materials Library の情報項目
 - a. 素材名
 - b. カテゴリ
 - c. 原産国
 - d. 産地詳細
 - e. メーカー名/生産者名
 - f. 原材料

- g. 組成
- h. 特性
- i. 可能な加工法
- j. 使用可能な機材
- k. 取得している認証
- l. サンプル取寄せ先
- m. サステナビリティ
- n. 活用事例
- o. 素材登録者

• Materials Library の機能

機能名	内容
素材データ登録機能	素材に関する情報をデータベースに登録する機能。 ニューヨークにて、Material Connexion 社の審査基準に合格すれば登録が可能。
素材データ更新機能	データベース上にある素材に関する情報を更新する機能。
素材データ参照機能	データベース上にある素材に関する情報を参照する機能。 登録情報項目の内容を参照できる。
素材データ検索機能	データベース上にある素材に関する情報を検索する機能。 登録情報項目の内容から検索をかけることができる。
素材データ出力機能	素材情報を印刷出力する機能。

図表 18 Materials Library 画面 1

[Services](#) | [Tools](#) | [Work](#) | [News](#) | [MATTER](#) | [About Us](#) | [Contact Us](#)

[My Account](#) | [My Materials](#) | [Help](#) | [Feedback](#) | [Log out](#)

Material Connexion
materials database

Advanced Search **193 Found**

[-- Recently viewed --](#)

[-- Country --](#)

Category

- ☐ All
- ☒ Polymers (183)
- ☐ Natural (52)
- ☐ Process (27)
- ☐ Metals (4)
- ☐ Carbon-based (2)
- ☐ Ceramics (2)
- ☐ Glass (1)

Processing

- ☒ Injection Molding (193)
- ☐ Extrusion (179)
- ☐ Thermoforming (182)
- ☐ Printable (121)
- ☐ Cold Pressing/Deep Drawing (47)
- ☐ Blow Molding (36)
- ☐ Rotomolding (149)
- ☐ Lamination (149)
- ☐ Soluble (30)
- ☐ Weldable (82)
- ☐ Die cut (121)
- ☐ Wood Working Tools (92)
- ☐ Metal Working Tools (89)
- ☐ Castable (85)

Sustainability

- ☐ Biodegradable (18)
- ☐ Biopolymers (2)
- ☐ Certified or stewardship sources (1)
- ☐ Compostable (6)
- ☐ Durable (7)
- ☐ Lightweight (3)
- ☐ Non-toxic/non-hazardous (15)
- ☐ Reclaimed (1)
- ☐ Easily Recyclable components (43)
- ☐ Recycled (pre- or post-consumer) (18)
- ☐ Renewable (6)
- ☐ Single or mono-materials (42)
- ☐ Waste materials (7)

Cradle to Cradle

- ☐ Platinum Certified (1)

Search Tips

Search by keyword, manufacturer or country

or

Select from options at right to narrow your search, then click **Show All** to see your results.

Find more search tips on our [Help Page](#).

Usage

Fire resistance

- ☐ High (34)
- ☐ Medium (80)
- ☐ Low (55)

Usage temperature

- ☐ Low (191)
- ☐ Medium (28)
- ☐ High (3)

Colorfastness

- ☐ High (150)
- ☐ Medium (33)
- ☐ Low (2)

Wear Resistance

- ☐ High (83)
- ☐ Medium (66)
- ☐ Low (18)

Water Resistance

- ☒ High (193)
- ☐ Medium (2)

Acoustics

- ☐ Sound absorbing (134)
- ☐ Sound diffusing (9)
- ☐ Sound reflecting (40)

Chemical Resistance

- ☐ High (30)
- ☐ Medium (51)
- ☐ Low (1)

UV resistance

- ☐ High (98)
- ☐ Medium (82)
- ☐ Low (19)

Scratch resistance

- ☐ High (52)
- ☐ Medium (103)
- ☐ Low (3)

Outdoor use

- ☐ Yes (80)
- ☐ No (95)

Tear Resistance

- ☐ High (94)
- ☐ Medium (25)
- ☐ Low (4)

Reflectivity

- ☐ Highly reflective (17)
- ☐ Slightly reflective (48)
- ☐ Light absorbing (144)

Stain Resistance

- ☐ High (133)
- ☐ Medium (41)
- ☐ Low (2)

Thermal Conductivity

- ☐ High (3)
- ☐ Medium (9)
- ☐ Low (73)

Physical Properties

Stiffness

- ☐ Stiff (77)
- ☐ Semi-rigid (59)
- ☐ Flexible (93)
- ☐ Rubbery (44)

Structure

- ☐ Open (9)
- ☐ Closed (189)

Impact Resistance

- ☐ Good (57)
- ☐ Moderate (11)

Surface/Texture

- ☐ Glossy (120)
- ☐ Matte (136)
- ☐ Textured (56)
- ☐ Pattern (48)

Transparency

- ☐ Opaque (163)
- ☐ Translucent (90)
- ☐ Transparent (72)

Surface Hardness

- ☐ Hard (62)
- ☐ Semi-hard (62)
- ☐ Soft (34)

© 2014 Material Connexion, A Sandoz Company. [Contact Us](#) | [Jobs@MC](#) | [Terms of Service](#) | [Press](#) | [Site Map](#)

出典 Material Connexion ホームページ

<http://jp.materialconnexion.com/Main/Service/MaterialsLibrary/MaterialsDataBase/tabid/837/Default.aspx>

図表 19 Materials Library 画面 2

Services | Tools | Work | News | MATTER | About Us | Contact Us My Account | My Materials | Help | Feedback | Log out

Material Connexion
materials database

Enter Keyword or MC#  **Advanced Search**

-- Recently viewed -- 



> Refine Search

Mix
3 Form 
MC# 3416-17
Category: Polymers

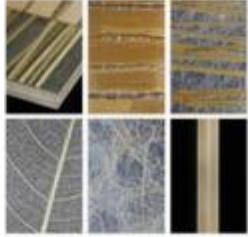


DESCRIPTION **MANUFACTURER CONTACT** **FAQS**

Lightweight durable panel composed of 98% polyethylene terephthalate glycol (PETG) resin with fabric and natural materials arranged in a vertical or horizontal striped pattern. The resin contains 40% pre-consumer recycled content, has excellent chemical resistance, and at half the density of glass the panel is easy to install, requiring less structural support. Each panel is made to order, the fabric and natural materials pressed into full sheets. Multiple panels can be joined together, the panels can be prepared for tongue and groove, wavy, spline and miter joints. The standard edge finish is saw cut, however the edge can also be sanded for a brushed look, flame polished for a glass look, or treated with a solvent for a satin appearance. The panels can also be formed by bending or shaped into linear and complex curves. This material is available in 4 x 8 ft (1.2 x 2.4 m) sized panels in 0.25, 0.375 and 0.5 in (6.3, 9.5 and 12.7 mm) thicknesses. Five colorways are available: green, white, blue, light natural, dark natural, in two different pattern directions: brick (vertical) or parallel (horizontal). A variety of finishes include patent (high gloss), patina (non-gloss), sandstone (durable, textured), stucco (durable, pebbled texture), supermatte (frosted) and topo (crystalline). This material has a flame spread rating of CC1 according to ASTM D636; a self-ignition temperature of 660°F (343°C) according to ASTM D 1929; Class B flame spread according to ASTM D8-03; Class A fire rating according to NFPA 286; passed the standard for Smoke Density (less than 75) according to ASTM D 2843; is Greenguard® Certified for Indoor Air Quality, and can contribute to LEED points (MR Credit 4.1). Suitable for vertical applications such as doors, partitions, wall features, and for ceiling installations.

Country of Origin:  United States of America

Processing Injection Molding: No Extrusion: No Cold Pressing/Deep Drawing: No Blow Molding: No Thermforming: Yes Lamination: No Printable: No Scalable: No Rotomolding: No Weldable: No Wood Working Tools: Yes Die cut: No Metal Working Tools: Yes	Usage Properties Cradle to Cradle: N/A Fire resistance: Medium Usage temperature: Low Colorfastness: High Wear Resistance: High Water Resistance: High Acoustics: Sound reflecting Chemical Resistance: High UV resistance: High Scratch resistance: Medium Outdoor use: No Tear Resistance: N/A Bathwater: 1 level appropriate
--	---



2014.4.18 

出典 Material Connexion ホームページ

<http://jp.materialconnexion.com/Main/Service/MaterialsLibrary/MaterialsDataBase/tabid/837/Default.aspx>

2) Fablab 仙台- FLAT 素材展示

Fablab 仙台- FLAT においては、各素材がどのデジタルファブリケーターで加工可能かを棚に整理した、リアルな素材庫が設置されている。素材庫の引き出しの表面には素材の名前、加工可能な機器が記載されており、ユーザーは実際の素材や加工機器に触れながら、自身のニーズに適した素材と加工方法を自ら選択、あるいはスタッフに相談しながら探索することができるようになっている。

素材情報と加工方法が併せて提示されていると、ユーザーにとってもものづくりの場での活用方法がイメージしやすい点が参考になると考えられる。またデジタルファブリケーターがある場で素材をすぐに使うことができることで、素早く試行錯誤ができるため、素材はデータベース上だけでなく実際に展示する場所があり、かつそこに加工機器が設置されていると創造性を高めやすいと考えられる。

図表 20 Fablab 仙台 - FLAT 内のリアルな素材データベース



3) NC ネットワーク 工場検索エンジン『エミダス』

株式会社NCネットワークでは、製造業に関わる世界の企業が最適な発注先、技術研究相談先を探索するための「工場検索エンジン『エミダス』」を設けている。エミダスでは、「加工分類で検索」「CAD/CAM で検索」「地域で検索」「設備で検索」「従業員数で検索」「フリーワード検索」といった検索方法から、自社のニーズに合った発注先工場を見つけられるようになっている。また、発注情報（製造に関する仕事を依頼したい企業が依頼内容を掲載し、仕事を受託したい企業がそれに応募できる）掲載や、製造業・技術系専門の Q&A サイトも設けられており、国内工場向けネットワークサービスを展開している。

2015 年 3 月現在、登録工場数は約 17,000 である。

「工場検索エンジン『エミダス』」の「加工分類で検索」が更にカテゴリに分かれており、「設計」「材料」「試作開発・少量生産」「金型製作」「量産」「表面処理」「組立・検査」「部品製造」「自動車部品製造」「製品製造」から詳細検索が可能である。

「材料」に関しては、更に「鋼材販売」「特殊剤販売」「非鉄販売」「プラスチック素材販売」「産業廃棄物・リサイクル」に分類されており、それぞれの分類ごとに素材が紐付けられ、具体的な素材名ごとに検索ができるようになっている。製造業で既にこうしたマッチングサイトの活用が進んでいることから、情報項目や検索機能、マッチング機能に関して参考になる。

図表 21 「工場検索エンジン『エミダス』」検索イメージ

加工分類で検索

閉じる

- 設計 (4869) |
- 材料 (851) |
 - 鋼材販売 (412) |
 - 酸洗鋼板 (41) | 厚板 (131) | ステンレス鋼 (175) | ステンレス形鋼 (131) | ステンレスばね鋼 (83) |
 - パンチングメタル (110) | エキスパンデメタル (88) | ステンレス鋼管 (136) | 熱延鋼板 (78) | 冷延鋼板 (79) |
 - 電気めっき鋼板 (35) | 溶融めっき鋼板 (34) | カラー鋼板 (21) | ぶりき (16) | 鋳板 (35) | 工具鋼 (50) |
 - ばね鋼 (30) | 快削鋼 (37) | その他鋼板・帯鋼 (69) | 形鋼 (63) | 平板 (79) | 丸棒・棒鋼 (119) | 線材 (40) |
 - 軌条(レール) (11) | その他条鋼 (54) | 鋳目素(シームレス)鋼管 (52) | 溶接鋼管 (48) | 角形鋼管 (48) |
 - 引抜鋼管 (39) | 鋼鉄管 (11) | 鋳鋼品 (23) | 鋳鋼品 (25) | デッキプレート (10) | ルーフデッキ (5) | 角渡 (4) |
 - その他鋼管 (38) | 圧延 (11) | フッ素樹脂鋼板 (3) | ガルファン鋼板 (1) | ガルバリウム鋼板 (3) |
 - チンフリー鋼板 (1) |
 - 特殊材料販売 (170) |
 - 42アロイ (43) | コパール (37) | リン青銅 (83) | クラッド鋼 (35) | モリブデン合金 (55) | タンタル (28) |
 - ニッケルクロム合金 (62) | 電鍍鋼板 (24) | 永久磁石 (21) | 鉄・鉛系合金 (25) | セラミック材料 (19) | 圧延 (4) |
 - 非鉄販売 (318) |
 - 板 (117) | 平板 (143) | 棒鋼・丸棒 (153) | 条鋼 (87) | 伸張品 (147) | チタン (123) | ニッケル (75) |
 - 管材 (111) | マグネシウム (30) | コイル (28) | その他 (105) | 圧延 (6) | アルミ押出型材 (10) |
 - プラスチック素材販売 (202) |
 - PVC(ポリ塩化ビニル) (165) | ABS樹脂 (154) | PP(ポリプロピレン) (171) | PE(ポリエチレン) (160) |
 - PS(ポリスチレン) (109) | PMMA(アクリル) (149) | PA(ナイロン/ポリアミド) (129) | PC(ポリカーボネイト) (173) |
 - PET (142) | PPE (66) | POMC(ポリアセタール) (147) | PBT (65) | PPS (79) | PPS(ポリイミド) (78) |
 - PEEK (97) | LCP (30) | フッ素樹脂 (106) | PF(フェノール) (73) | FRP(繊維強化プラスチック) (63) |
 - GFRP(ガラス繊維強化プラスチック) (62) | クレタン樹脂 (72) | PU(ポリウレタン) (70) | アセトン (17) |
 - ブチレン (19) | エラストマー (69) | EP(エポキシ) (69) | PES (40) |
 - 産業廃棄物リサイクル (8) |
 - 収集運搬業者 (3) | 中間処理・最終処分業者 (6) |
- 試作開発・少量生産 (8779) |
- 金型製作 (3478) |
- 量産 (4997) |
- 表面処理 (3728) |
- 組み立て・検査 (3463) |
- 部品製造 (3607) |
- 自動車部品製造 (250) |
- 製品製造 (3784) |

検索

出典 工場検索エンジン『エミダス』検索ページ

<http://www.nc-net.or.jp/search/search/#category>

4) ノウハウバンク株式会社 原料・受託バンク

ノウハウバンク株式会社では、ものづくりではないが、健康食品・サプリメントの製造・販売ビジネスを支援するサイトとして、健康食品・サプリメントの原料供給会社と受託製造会社が検索できるサイト「原料・受託バンク」を運営している。

「原料・受託バンク」では、「原料を探す」「受託会社を探す」「会社 50 音順」といった検索方法から、自社のニーズに合った原料供給会社と受託製造会社、製品メーカー、販社を検索することができる。

「原料を探す」検索項目は更に「成分」「効能」「キーワード入力」から、詳細検索が可能になっている。製造業で既にこうしたマッチングサイトの活用が進んでいることから、情報項目や検索機能、マッチング機能に関して参考になれる。

図表 22 原料・受託バンク トップページ

出典 原料・受託バンク

<http://www.genryoubank.com/>

以上のように、既に製造業で活用が進んでいる、素材データベースに近い概念のものは、製造に利用したい「素材」の名前から保有企業や購入先の検索を行うだけのものではなく、加工技術なども含めた検索カテゴリを活用して自社のニーズにマッチした企業を検索する総合的な受発注支援を実施するものがほとんどである。

(4) インタビュー調査結果

素材データベースに関しては、下記の有識者にヒアリングを実施した。

No	有識者	所属
1	田中 浩也	慶應義塾大学環境情報学部
2	土岐 謙次	宮城大学事業構想学部デザイン情報学科
3	小野寺 志乃	Fablab 仙台- FLAT

4	古川 英光	山形大学大学院理工学研究科
5	川上 勝	山形大学大学院理工学研究科
6	吉川 久美子	MaterialConneXionTokyo

情報基盤の機能に関する指摘は下記のとおりであった。

i. 情報項目

ものづくりに際して、素材のサンプルを取り寄せたいユーザーが多く、また、問合せをしたいとき、購入したいときなど、メーカー名や生産者がわかっていてなおかつ連絡先が載っていると良いというコメントから、「メーカー名/生産者名と連絡先」「サンプル依頼」フォーマットが必要だということが確認できた。

ii. 素材データ更新機能

素材データ更新機能に関しては、素材生産者、ユーザー双方から、素材情報に関して更新ができると良い、という意見があった。特に、素材生産者側は、ユーザーの意見を求めていることが多く、ユーザーから素材に対するレビューも実施できると良いという声があったことから、データ更新機能は必要かつ、素材生産者、データベース管理者に限らず、データベースを参考にものづくりを実施する人も含めて誰でも可能なことが望ましいことが確認できた。

iii. 素材データ参照機能

素材データ参照機能に関しては、ユーザーの創造性を刺激するような素材情報が掲載されたデータベースが必要だという意見があったことから、ユーザーが参照できる機能を有したデータベースが必要だと確認できた。

iv. 素材データ検索機能

素材データ検索機能に関しては、素材名だけでなく、加工方法や用途からも検索ができると良いという指摘があり、情報項目に登録する情報から検索がかけられると良いと確認できた。

v. 素材データ出力機能

素材データ出力機能に関しては、これまでは設計用ソフトやCADソフトへの素材情報の入力の手入力で行っていたが、今後のデザイナーの職能は材料まで含めた設計能力が職能になることが想定されるため、素材の物性情報が設計ソフトやCADソフトに自動的に取り込まれて設計が可能になると良いという指摘があり、設計ソフトやCADソフトへのデータ出力のニーズが確認できた。

vi. マッチング支援機能

マッチング支援機能に関しては、素材を面白く使って欲しいメーカーと、何かものを作りたいユーザーをつなぐ役割をデータベースが果たす必要がある、サンプル依頼はもちろん、購入もできると良い、ICTリテラシーが高くない人でも活用できるように、人の仲介は必要ではないか、という意見があったことから、マッチング支援機能は必要。生産者/メーカーへの問合せ、サンプル依頼、購入などがその場で行えることが望ましいことがわかった。

vii. 公開範囲設定機能

公開範囲設定機能に関しては、オープンクローズの機能はあったほうが良い、完全にオープンだとできることが限られる。ブラックボックスにしたい内容もある、という意見があったことから、機能として必要と考えられる。

インタビューでは、ものづくりに活用される素材情報の蓄積・流通の運用面に関しての指摘も頂いた。

viii. 素材データベースの運用要件

- 素材情報を取り扱うデータベースだけで完結するものではなく、実物の素材に触れられる場や、素材を紹介するコンシェルジュなどリアルな触合いが必要
多かった指摘としては、素材情報を集めたデータベースの概念は、システムにとどまるだけではなく、実物の素材とセットで情報提供されることが必要であるという点や、ユーザーのニーズを聞きながら素材の性能加工方法を説明し、素材と人をつなぐ役割のスタッフまで含めたものとして検討するべきというものである。
デジタルファブリケーターが置かれているファブラボや地域の工房などにそのようなスタッフが配置され、スタッフが集めた実物の素材を活用しその場で加工のアドバイスを受け実践も行えるというのが、効率的であり理想的な姿ではないか、システムとリアルな場・人が相互補完的に存在することで、より創造性発揮につながるという指摘があった。
- 素材とユーザーをつなぐ人には、キュレーターとコンシェルジュの能力が求められる
仲介役となる人材には、素材を集めてくるキュレーターの役割とものづくり、素材に関する知識と、ユーザーのニーズをつなぐコンシェルジュ的なスキルが必要となる。これには素材に関する知識とものづくりに関する知識両方を有していないといけないため、人材の確保が難しいという指摘もあった。データベースが拡充すればこの人材が後に人工知能に置き換わることも考えられるとの指摘もあった。
- 扱う素材は地域の伝統素材も含めるべきだが、化学生成品から登録を進めるのが望ましい
海外から日本の素材に期待があり、日本独自の地域の素材も素材データベースには含め、伝統素材の価値を再認識したり、活用を促す取組が必要だと考えられるが、天然素材は個体ごとに品質や性質が異なる場合が多い。革のように使っているうちに素材自体が変化していくこともあるため、品質が個体によって変化しない化学生成品から登録を進めたほうが、導入としては良いのではないかと指摘があった。
- データベースの運営は専門で担う組織が必要
すでに素材ライブラリを運営している Material Connexion からは、素材データベースの管理には大きな工数と専門性が必要で、専任で担う組織があった方が良いという意見があった。また、運営主体は民間でも行政でも意思のある人間が実施すれば良いという意見があったが、Material Connexion は世界7拠点で展開されているが、民間が運営しているのはニューヨーク、ミラノ、東京のみで、韓国、タイは政府が運営しているとのこと。ビルバオは鉄鋼業の産業振興団体、スウェーデンは家具協会が運営している。国営になると利益目的でないので営利目的での活動は制限されることはあるとの指摘があった。

(5) 実証実験結果

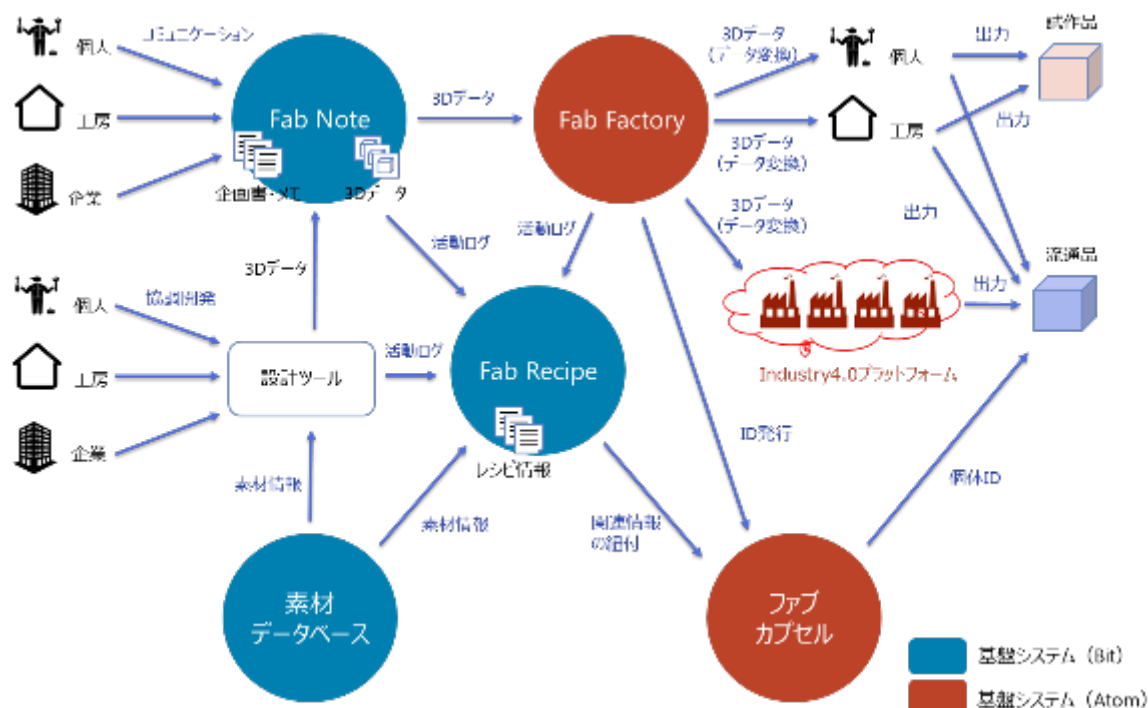
実証実験においては、既存のサービスで素材データベースの概念に近いものを活用することを検討していたが、今回の実証では、前述の Material Connexion 社の Material Library や国内製造業のマッチングサイトで検索可能な、ある程度の生産ロットを必要とし専門的かつ特殊素材は利用しなかったため、実証実験内での実装や既存の素材ライブラリの活用は行わなかった。Fablab などの通常の活動時と同様、近隣のホームセンター、web ショップなどで今回製作するのに適したものを検索し素材調達を行った。

テーマ②福祉分野における検証においては、デジタルファブリケーターを扱うのにあまり慣れていないメンバーに合わせ、活用する材料も調達が容易でデジタルファブリケーターの活用における一般的な素材を活用したため、素材の探索・調達に関しては特に問題はなかったが、テーマ①農業分野における検証ではアタッチメントのハンドル固定部分に取り付ける部材として何が適しているかが課題になり、メンバーがこれまでに使用した部品などから案を検討し、近隣のパーツショップや web ショップで短期間で調達可能な部品を選定するのに手間がかかっていたため、こういった際に、用途などから素材だけでなく部品も検索でき、かつ調達先もわかるようなデータベースがあれば作業効率化に一役買っただろうと想定される。

3.4. ものに関するデータを流通・共有化するために必要となる情報基盤全体像

デジタルファブリケーションを活用したものづくりに必要な情報基盤全体像は以下のとおり。

図表 23 ものに関するデータを流通・共有化するために必要となる情報基盤の全体像



デジタルファブリケーションを活用したものづくりに必要な情報基盤は、ものづくりで発生する情報を管理・共有し、コラボレーションを推進するための基盤システム（Bit）と、デジタルファブリケーターをネットワーク化し生産を行う、作成した製作物をトレース・管理するための基盤システム（Atom）の二つで構成される。

基盤システム（Bit）は、ものづくりで発生する様々な情報を管理・共有する FabNote、製作過程の“実験メモ”、製作物の製作レシピを管理・共有する FabRecipe、ものの素材情報を管理・共有する素材データベースで構成される。

ものづくりにおいて発生する情報は、その製作過程で発生する情報も含めて、全て情報化され、管理・共有される。そのことにより、遠隔地での円滑なコラボレーションの実施、レシピ情報の共有による二次創作、三次創作の発展が実現する。

基盤システム（Atom）は個人、工房で所有しているデジタルファブリケーターをネットワーク化し、遠隔監視・操作を行い、ネットワークされた工場設備とデジタルファブリケーターネットワークをつなぎ工房や個人が工場設備の利用を可能とする FabFactory、流通するものにその関連情報を紐付けることで、もののトレースを可能にするファブカプセルの二つで構成される。

FabFactory によって、個人で所有しているデジタルファブリケーターから、企業が所有する工場設備までがネットワーク化され、個人の利用が可能になる。そのことにより、個人の作れるものの幅は大きく広がり、ファブで生み出されるものの幅が広がり、ファブを活用した生活範囲も拡大することが期待される。

ファブカプセルにより、もののトレースが可能になる。ファブカプセルによるものに関する情報の一元管理により、ものづくりの責任の所在を明確化、製作者の権利を守ることが可能になり、安全・安心なものの流通が実現する。

このような情報基盤が整備されることによって、ものづくりに参加する主体の創造性が高まり、新たに発生する問題の解消の一端を担えるようになると、多様な主体がコラボレーションするものづくりの形態が実現できるようになると考えられる。

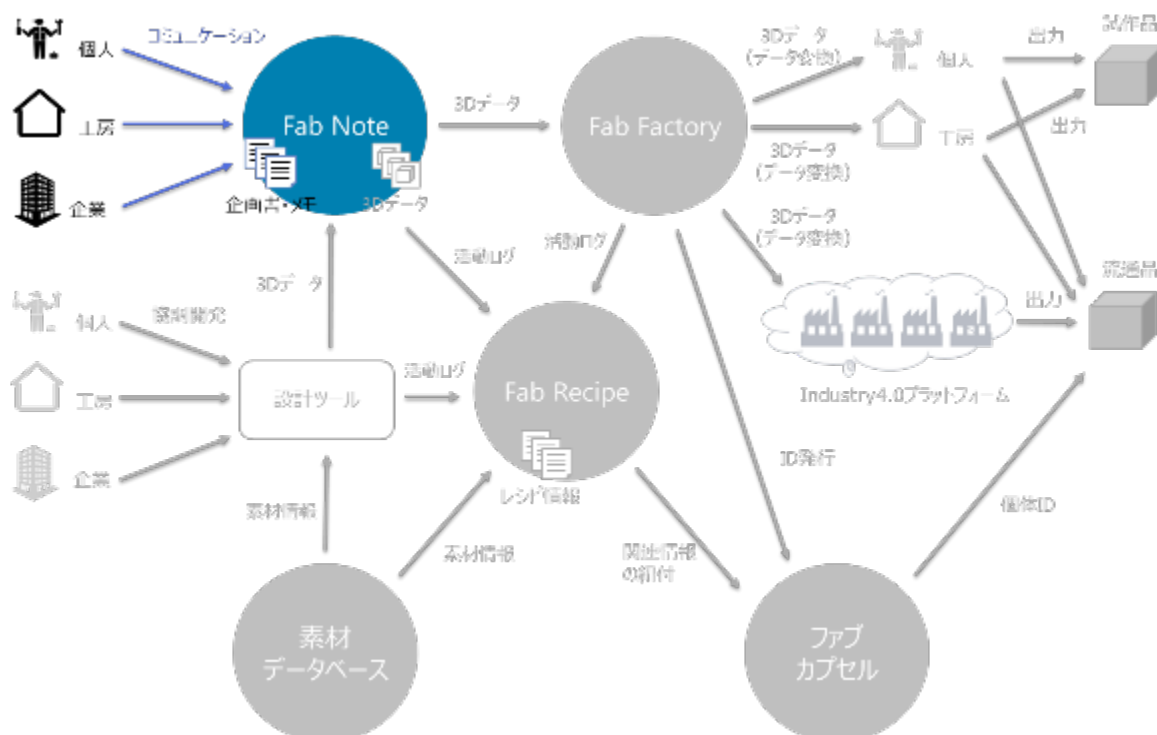
ものづくり、またその製作物の流通まで含めたプロセスを企画・設計・試作・製造・流通・二次創作という順番で単純化した際に、今回検討した情報基盤がどのように作用するかを改めて取りまとめる。

(1) 企画

企画段階では、コラボレーションしながらどういったものを実際に作っていくのか、メンバーでものづくりのテーマを決めたり、具体的にどういったものを製作するかアイデア出しを実施する。

メンバーが決まったら、ファブコラボレーション基盤にグループを作成する。Fab noteを活用し、コラボレーション先のスキル・リソースの把握、製作物を設置する環境やそこにいるユーザーの理解など、「何を作るか」ということを決めるために必要な情報のやり取りや、その情報を見ながら遠隔地間でディスカッションを行う。Fab note 上でのやり取りのログは自動的に蓄積されている。

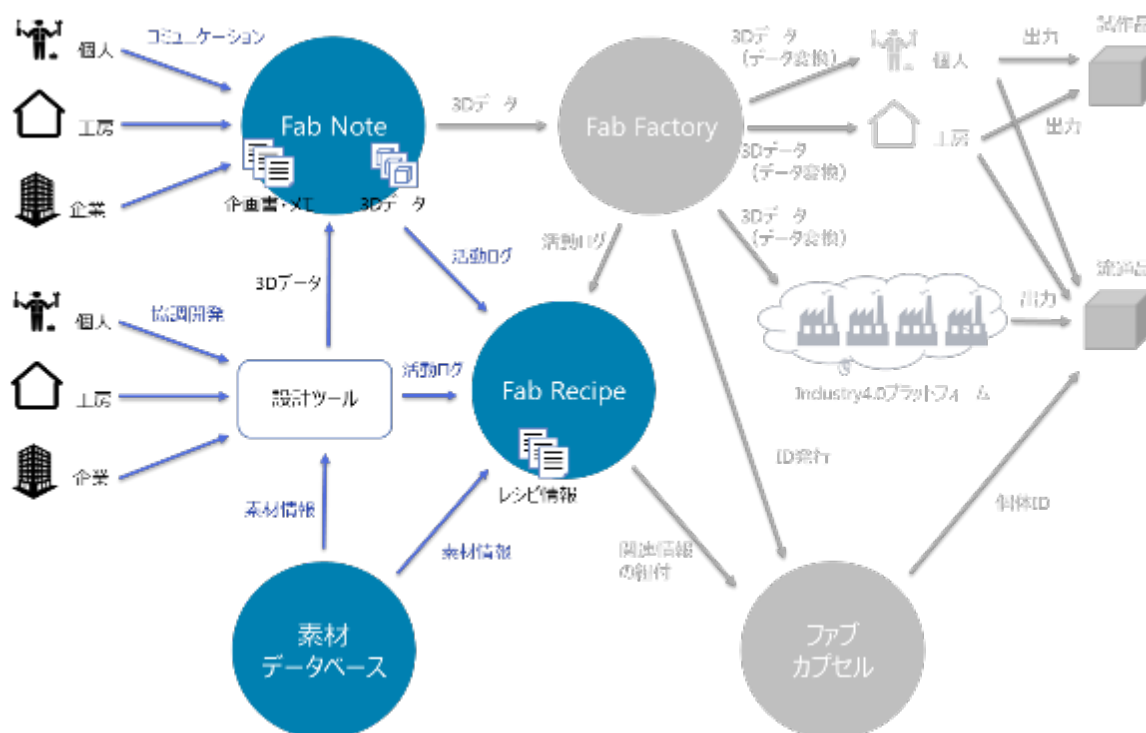
図表 24 企画段階での活用イメージ



(2) 設計

設計段階では、企画段階で決まったアイデアに合う素材を素材データベースを活用して探したり、遠隔地間で協働で設計データを作ったり、各社がその設計データに対してレビューを行いながら、試作に向けた準備を行う。「こういうものを作ろう」と決め、そのためにどのような素材・部材を活用するのがベストかわからない場合、素材データベースの検索機能を活用し、材質や特性などから適した素材・部材を検索、調達することができる。また、素材データベースのリンクからその素材を活用した製作物の FabRecipe のデータを確認し、自分たちのアイデアに参考にすることもできる。設計段階においては、設計ツールを活用する。設計ツールに素材データベースから出力した素材情報を保持させて素材の特性を考慮しながら設計データを作成することができるため、その機能を活用する。また、設計ツールの複数拠点同時設計機能を活用し、複数拠点間で設計データのやり取りやバージョン管理をすることなく同時に同じ設計データを編集し、スピーディーに設計を進めることができる。設計データ以外のデータのやり取りは企画段階と同様、ドキュメントのやり取りのための Fab note を活用する。設計ツール、Fab note 上でのやり取りも自動的にログが生成される。

図表 25 設計段階での活用イメージ



(3) 試作

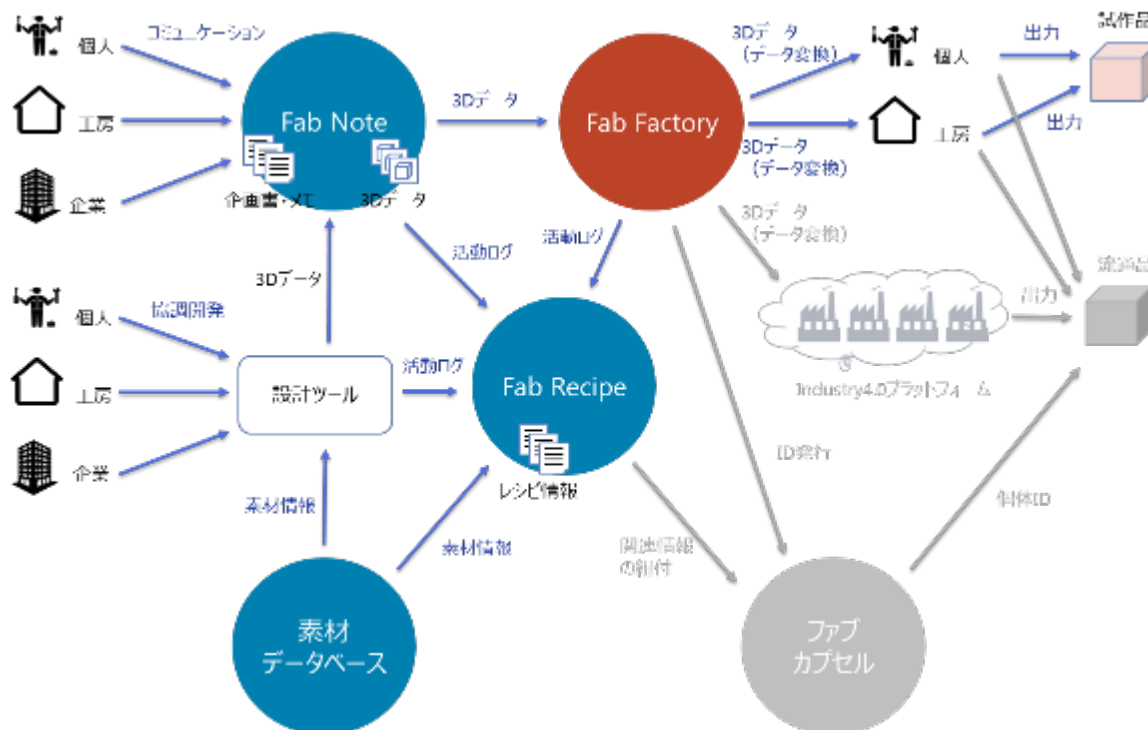
試作段階では、作成した設計データに基づき、デジタルファブリケーターで試作品を出力し、ユーザーテストを実施し製作物アイデア、設計データに修正をかける。

Fab Factory を介し、設計データが各拠点のデジタルファブリケーターで出力できるように自動的に変換され、各拠点でワンタッチで試作品が出力できる。また、一部デジタルファブリケーターの扱いに不慣れな組織が参加していたとしても Fab Factory を介すことによって、遠隔でその拠点のデジタルファブリケーターを操作し出力させることができる。

出力された試作品の様子や、設計データそのものを 3D レビューツールを活用してあたかも自分も遠隔地にい

るかのように見ることができるため、製作物を設置する環境やユーザーに試作物がどう活用されるのかイメージをリアルに共有することができる。

図表 26 試作段階での活用イメージ



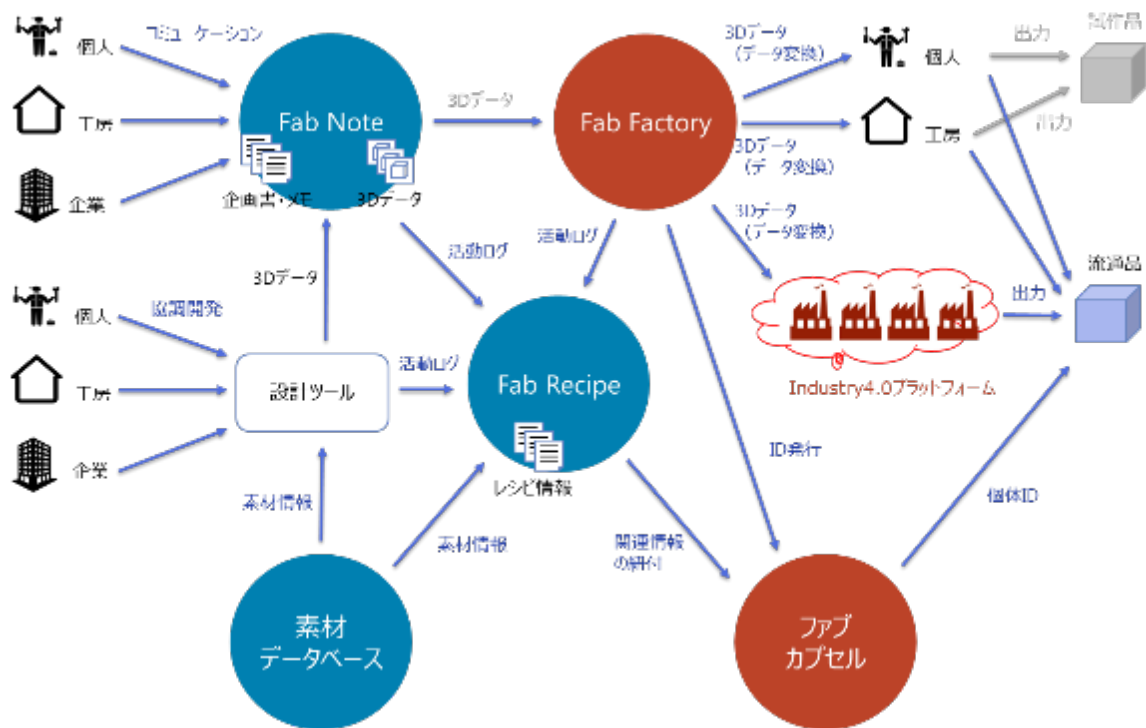
(4) 製造

製造段階では、製作物の量産体制に入る。

量産に入る前に、IDを発行し、ファブカプセルに入れる製作物の情報を紐付ける。そのためにファブコラボレーション基盤に自動的に蓄積されていた活動ログから、公開する範囲を指定し、Fabble にレシピ情報として公開する。

Fab Factory を介することで、工場に対して、設計・開発者が、どこからでも出力指示を出すことができる。生産時に製作物一つ一つにファブカプセルの情報が入った RFID を埋め込んで、その製作物に関する情報を読み取れるようにする。

図表 27 製造段階での活用イメージ



(5) 流通

流通段階では、製作物が流通時に付けられる ID とファブカプセル ID を紐付け、流通状況もトレーシングできるようにする。

(6) 二次創作

二次創作段階では、商品に関する情報（設計データや製作方法など）を RFID から読み取り、その設計データを改変し出力する。元データを改変しているので、ここでまた新たに ID を設け、引用元のデータとの紐付けを明らかにする。

4. さいごに

ファブ社会では、これまでのものづくりに参加してこなかった個人や組織がものづくりに参加するようになり、ものづくりの裾野が広がるとともに、コラボレーションによるものづくりが拡大して多くのイノベーションが生まれることが期待される。この取組を健全に進めていくためには、参加主体の創造性を高め、コラボレーションに伴い新たに発生する問題（責任の所在の明確化等）の解消が必須であり、本調査研究で検討した「情報基盤」の機能が必要になっていくこととなる。また同時に「情報基盤」が社会的に整備されていくことが、コラボレーションによるものづくりを更に活性化させていくことにもなる。様々なものづくりの主体によって早期に「情報基盤」が整備されていくことを期待したい。

「情報基盤」の整備が期待される一方、現状、Fablab など、デジタルファブリケーション機器を保有し市民への普及、ものづくりの活性化に貢献してきた施設は日本全国に生まれつつあるが、その施設間若しくは教育機関や企業などがコラボレーションしながらものづくりを行うという、昨年度の検討会で描いたようなファブ社会の新しいものづくりの形態が実現されているという例はまだ少ない。そもそも多様な主体間のコラボレーションによるものづくりを成功させる一つの要因として、ステークホルダーの主体性やプロジェクトに関わるモチベーションの存在が挙げられる。これはものづくりプロジェクトに限ったことではなく、多様なステークホルダーがコラボレーションする全ての場合において重要になってくるファクターである。今後コラボレーションによるものづくりは、今回の実証実験のようにものづくりの「テーマ」を設定し、そのテーマに関して同じ課題を抱えており課題解決によってメリットが得られる主体など、その課題解決に何らかの興味・関心がある複数の主体を巻き込むことでスムーズに進められると考えられる。様々な主体が関わることによって更に、成果をそれぞれの主体が中心となって横展開し広まりやすいという効果もあるだろう。

共通の課題やテーマを持つ主体のコラボレーションは、今後一層要因が複雑に絡み合い、個別化、多様化していく社会課題を解決するための新しいアプローチとして効果があると考えている。例えば、今回の実証実験テーマの一つである障害者福祉において、障害者支援を実施している日本中の施設がネットワークされ、それぞれの施設での取組内容や障害者支援の補助具の製作事例、設計データ、素材、レシピがシェアできるようになると、その事例を参考に各施設がこれまで以上に課題に対応しやすくなり、各施設が効率的な施設運営を実現し、利用者満足を高めることが可能になる。その事例がまたシェアされ、参考にされたりカスタマイズされたり拡大再生産していくことによって、課題解決の環が広がり、業界全体のパフォーマンスが上がっていくだろう。その取組事例が海外にまでシェアされることで、我が国のプレゼンスも向上させることが可能になる。

今回の実証実験のように、共通の課題やテーマを抱える者同士がつながり、ものづくりとそのノウハウのシェアによって課題を解決していく動きが今後様々な分野で生まれてくることを期待したい。また、そのときに今回考察した情報基盤がその営みをサポートする役割を果たすことも期待したい。様々な領域でこのような課題解決のノウハウのシェアが広がり、解決の一手段としてもものづくりが位置付けられ、各施設で実現できるようになることで、より一層社会全体の課題解決力、イノベーション力は向上するだろう。

このように、「ファブ社会」の到来により、「ものづくり」に関する個人や組織の取組が「情報基盤」により相互に連携するようになり、さまざまなイノベーションが創出され、我が国の国際競争力の向上、国民の QoL（Quality of Life）の向上も期待される。

別紙 1

複数拠点間コラボレーションものづくり のための手引書例

目次

1. 本書の位置づけ	3
2. 複数拠点間コラボレーションものづくりのポイント	4
2.1. マネジメント	4
(1) プロジェクトのゴールを決める	4
(2) ビジョンを作る	4
(3) データ共有時の共通ルールを作る	4
(4) リソースの共有方法を決める	4
(5) プロジェクトの理解と興味・参加意欲を高める仕組みをつくる	5
2.2. 体制	5
(1) ドライブする人を入れる	5
(2) プロジェクトマネージャーを入れる	5
(3) 渡り職人を入れる	5
(4) ゴールに向かいやすいようなチーム編成にする	6
2.3. プロセス	6
(1) デジタルファブリケーターの使い方のレクチャーを受ける	6
(2) ユーザーの置かれている現状を正しく理解する	6
(3) “とりあえず作ってみる”を行う	6
(4) 素早くプロトタイプをつくる	7
(5) 実物（疑似含む）を共有する	7
(6) 第三者的な立場のユーザーに評価してもらう	7
(7) フィードバックを早く返す	7
2.4. コミュニケーション	8
(1) 関係性構築のために人と直接会う	8
(2) 周辺情報を伝える	8
(3) 情報に関する文脈や意図を伝える	8
(4) 気楽にお互いの状況を共有する	8
(5) 重要度・緊急度に応じてコミュニケーション方法を変える	9
2.5. 環境	9
(1) 臨場感を共有する	9
3. 複数拠点間コラボレーションものづくりで活用できる情報基盤	10
(1) 情報基盤の全体像	10
(2) 活用可能なツール群	11

1. 本書の位置づけ

本書は、複数拠点間におけるコラボレーションものづくりを行う上でのポイントと、活用できる情報基盤（ツール群）をまとめた手引書です。

本書の内容は、「平成 27 年度ファブ社会における新しいものづくりの情報流通等に関する調査研究」の中で実施した複数拠点間でのコラボレーションものづくりの実証実験結果と有識者へのインタビューから導き出しています。実証実験では「北海道帯広市と静岡県浜松市」、「奈良県奈良市と大阪府大阪市（北加賀屋）と神奈川県藤沢市」というそれぞれ離れた土地で、様々なツールを駆使しながらものづくりを進めました。（詳細は「平成 27 年度ファブ社会における新しいものづくりの情報流通等に関する調査研究報告書」および「別紙実証実験結果詳細」をご参照ください）

場所や企業・個人問わず様々な主体がコラボレーションすることで、創造的なものづくりが進んでいくことを期待し、今後同様に複数拠点間のコラボレーションものづくりをしたい人に参考にしてもらいたいと思います。

2. 複数拠点間コラボレーションものづくりのポイント

複数拠点間コラボレーションものづくりのポイントを「マネジメント」「体制」「プロセス」「コミュニケーション」「環境」の5つの視点でまとめています。

2.1. マネジメント

(1) プロジェクトのゴールを決める

プロジェクトで面倒な作業が発生したときや、思った通りに作業が進まなかったとき、何のためにプロジェクトを推進しているかわからなくなってくるなど、メンバーのテンションが下がりプロジェクト自体断念してしまうタイミングというのがいくつか訪れるものです。そういう場合に本気度、熱意を合わせる。プロジェクトでここまでやろう（アイデア出し、製品化など）とゴールを共有しておく、プロジェクトに推進力が生まれます。

(2) ビジョンを作る

プロジェクトには様々なバックグラウンド、様々な組織・個人が参加しています。多様性のあるメンバーで議論をしながらプロジェクトを進める場合、議論が発散して収拾がつかなくなったり、それぞれの思惑が交錯してプロジェクトがどこを目指しているのかわからなくなったり、プロジェクトが大きく回り道をすることがあります。様々な価値観を持つ人たちがコラボレーションをしてものごとを進めて行くためには、みんながわくわくする目指したい世界観を共有したり、プロジェクトに取り組む意義や、自分たちが製作するものを使った人たちにどうなって欲しいかを議論して共有したりして、プロジェクトメンバーがプロジェクトを通じて目指すビジョンを共有することが必要です。ビジョンを共有することによって一貫性をもってプロジェクトを進めて行くことができます。

(3) データ共有時の共通ルールを作る

複数主体によるコラボレーションものづくりでは、ハードウェア系の仕事をしていた人や、ソフトウェア系の仕事をしていた人など、様々な背景を持った人が参加します。それぞれの背景の人たちが、これまで行ってきた独自の解釈でツールを使用して、独自のルールでデータを共有すると情報が散乱してしまったり、正しく情報を伝えられなかったりしてしまいます。その結果、誤解が生じて非効率なものづくりになってしまいます。

そこで、データ共有時の共通ルールを始めに定めておきましょう。例えば、ファイル名のつけ方のルールや、誰宛のメッセージか明記することも考えられます。

全員が同じ理解のもとで情報をやり取りすることができることで、正確かつ効率的なものづくりができるようになります。

(4) リソースの共有方法を決める

複数拠点間のものづくりプロジェクトで問題になるのが、誰がどこまで自分のリソース（ヒト・モノ・カネ）を負担するのか、という点です。都度相談する手間が発生したり、そのたびに相手の様子をうかがって少しぎくしゃくし

た感じになりコラボレーションがスムーズに進まなくなるのを防ぐために、たとえばあらかじめプロジェクトで使うお金をプール制にしておいたり、お互いが保有している材料や機材を把握しておき、設計やプロトタイプ作成の際にその情報を参考にして実際に出力したり、作業分担したりするなど、リソースの共有方法を決めておくことが重要です。

(5) プロジェクトの理解と興味・参加意欲を高める仕組みをつくる

メンバーにプロジェクトの理解と興味・参加意欲が続かなければ、良いアウトプットを出すことはできません。自分たちの製作物を使ってもらうユーザーに会ったり、ミーティングのタイミングを多くの人が参加できる日程で設定するなど、メンバーのプロジェクトへのモチベーションを維持する仕掛けをすることが重要です。

2.2. 体制

(1) ドライブする人を入れる

様々な主体によるコラボレーションものづくりを進める上では、参加者全員が副業的に取り組むとプロジェクトが停滞してしまう懸念があります。また、参加者が活動をばらばらに取り組むことによって統合されたプロジェクトにならなくなるという可能性もあるでしょう。

そこで、プロジェクトを推進、ドライブする人（＝プロデューサ）を入れましょう。プロデューサがプロジェクトを推進・統合し、前に推し進めていくことによって、その人を中心にものづくりが促進されていきます。

(2) プロジェクトマネージャーを入れる

遠隔地間での複数主体によるものづくりを進める上では、それぞれの主体で作業を進めるため、プロジェクト全体の進捗状況や各地で何が不足しているか等がわかりづらくなります。そうすると、どこかで作業が滞っていても本人も周りも気づかずプロジェクトが進まなくなってしまうます。

そこで、プロジェクト全体の進行をマネジメントするプロジェクトマネージャーを入れましょう。プロジェクトマネージャーがプロジェクト全体を俯瞰的に見て、作業の再分配や足りない部分を指摘することで、プロジェクトがスムーズに進みます。

(3) 渡り職人を入れる

遠隔地間でものづくりを進める上では、当事者では伝えきれない情報や聞きにくい情報も出てきます。オンラインツール上のコミュニケーションが主になるため、相手が本当に求めている情報が捉えきれないこともあれば、当事者間では聞きづらい情報もあります。

そこで、遠隔地間をつなぐメディエーターとしての渡り職人を体制に入れましょう。渡り職人は、遠隔地間を行き来し、情報を補足することが役割です。

渡り職人が、各地で現場を見て、話を聞いて情報を捉えることで、拠点間で情報が十分に伝わるようになります。また、渡り職人が情報共有の役割を引き受けることで、製作者がものづくりに集中できるようになります。

(4) ゴールに向かいやすいようなチーム編成にする

プロジェクトのチームを検討する際、チーム編成の工夫がゴールへの向かいやすさを左右します。まずは、プロジェクトに共感し本気でゴールを目指そうと思っている情熱のある人を集めることでプロジェクトに推進力が生まれます。また、利害関係の対立が起こらないようなチーム編成にすることも重要です。企業同士でチームを組む場合は競合企業ではないか配慮する必要があるでしょう。また、さまざまな分野のスキルを持ったプロフェッショナルを集めることで、作業分担がしやすくなったり、多様性のあるメンバーがディスカッションすることによる発想の幅が広がったりすることも期待できます。また、特に組織が関わる場合、制約条件を確認し、その制約条件を超えるための人物を巻き込んでおくことも重要です。たとえば製品化をめざす際に決裁権を持った人をメンバーに入れることで、組織内での上申に時間がかかりプロジェクトの歩みが遅くなるのを防ぐことができます。

2.3. プロセス

(1) デジタルファブリケーターの使い方のレクチャーを受ける

デジタルファブリケーターを活用することで、高速でプロトタイプを作成し、ものづくりを進めていくことができます。もちろん、デジタルファブリケーターの導入にあたっては、設計ツールや出力機器の使用方法について理解する必要がありますが、初心者が独学で学ぶには時間がかかることが懸念されます。

そこで、デジタルファブリケーターに精通している人から、使い方についてレクチャーを受けましょう。

その結果、デジタルファブリケーション初心者でも積極的にプロトタイプ作成に参加することができ、ものづくりが促進されたり創造性が高まったりすることが期待されます。

(2) ユーザーの置かれている現状を正しく理解する

ものづくりのアイデアを出す際に、自分たちが作ろうとしているものがどういう場で、どういう人が使うのかをきちんと把握していないと、想定でアイデアを出してしまい、見当違いのものを製作してしまう可能性があります。製作物を使うユーザーがどんな価値観を持っているか、どんなスキルを持っているのか、人となりを理解することと、製作物が使われる現場はどういった場なのか、どういったサイズ感なのか、環境を理解することが重要です。その情報を積極的に得てメンバーにシェアしていくようにしましょう。

(3) “とりあえず作ってみる”を行う

ものづくりを進める上では、まず何を作るか皆でアイデア出しをします。その際に、机上でアイデアの良し悪しについて議論していても、実現したいことがわかりづらかったり、アイデアに潜む課題も見つけづらかったりします。

そこで、アイデアを理解するための簡単なプロトタイプをとりあえず作ってみましょう。形にしてみることで、発案者以外の人もアイデアがどういうものなのか理解しやすくなり、またどのような課題があるのか感覚的に理解することができるようになります。その結果、机上での議論に時間を割かず、すぐに次のアクションをとることができるようになるでしょう。

(4) 素早くプロトタイプをつくる

ものづくりのアイデアが出てきたら、それを素早く他の人にも確認してもらえるようにプロトタイプ（試作品）をつくりましょう。具体的なものを見たり触ったりしながら話ができるようになるので、今までメンバーの頭の中でそれぞれがイメージしながら話していたことに認識の違いがあったのかが明確になり、プロジェクトメンバー間の合意形成がしやすくなります。また、想定ユーザーにプロトタイプを使ってもらってフィードバックをもらうことで、アイデアをより良く修正することができるようになります。

(5) 実物（疑似含む）を共有する

アイデアが出てそれについてメンバーやユーザーに意見を求めたいとき、言葉だけで説明をしてお互いの想像と推測で話を進めても具体的な議論になりません。それよりも、議論の対象となるものを実際に見て、さわってディスカッションしたほうが確実なコメントが言えます。そのため、拠点同士で同一のものを用意し、お互いに見てさわりながらコミュニケーションをとったり、VR による拡張現実の中で再現されたものを見たり、実物（疑似的なもの含む）を共有しながら確実に議論を積み重ねていくことによって、ものづくりを推進していくことができます。

(6) 第三者的な立場のユーザーに評価してもらう

プロトタイプをユーザーに使ってもらい評価をする、いわゆるテストを実施するフェーズでのポイントです。

複数拠点間のコラボレーションものづくりにおいては、拠点 A で作ったものを、拠点 B の人がその土地のユーザーに使ってもらい、拠点 A の人にさらにフィードバックする、という場面も出てきます。その際に、ユーザー側の使用感（例えば、ポジティブな反応ではなかったことなど）をプロトタイプ製作者の拠点 A の人たちに率直には伝えづらいものです。それはプロジェクトに参加しているメンバーであり、試行錯誤してプロトタイプを作っている人に対して客観的にフィードバックを伝えることが心理的にはばかられることが原因だと考えられます。

そこで、「第三者的な立場」として、ユーザーに直接フィードバックしてもらうことが有効です。例えば、ユーザーの使用している様子やコメントをビデオに撮ってそのまま共有しましょう。客観的な意見が率直に伝わり、レビューがより有意義なものになります。またこの時、ユーザーにどのような観点で評価してほしいか、評価軸を共有しておくスムーズにレビューが進みます。

(7) フィードバックを早く返す

遠隔地間でのコラボレーションものづくりでは、様々なツールを活用して情報を共有・互いにフィードバックする必要があります。

その際に、相手に対するフィードバックに期間があいてしまうと、共有される内容に抜け漏れが発生したり、フィードバックがなかなかもらえないことでモチベーションが低下してしまったりします。

そこで、なるべくリアルタイムでの情報共有を心がけ、より早くフィードバックを伝えるようにしましょう。プッシュ通知のあるツールは、リアルタイムな連携の支援になるでしょう。

その結果、よいフィードバックのサイクルが生まれ、相手の顔が見えない状況でもモチベーションを維持すること

ができます。

2.4. コミュニケーション

(1) 関係性構築のために人と直接会う

メンバー間の親密度を高めないと、関係もギクシャクし、プロジェクトのモチベーションも上がらず、プロジェクトが推進しにくい状況が生まれます。遠隔地間で進めるプロジェクトとはいえ、初期の段階で1回は直接顔を合わせ、お互いの経験や人柄を理解しましょう。

(2) 周辺情報を伝える

複数拠点間でのものづくりでは、テレビ会議で話したり、データを共有したりして情報共有を行います。その際に、伝えたいものやことだけを共有してしまいがちですが、それでは情報が不足してしまいます。その結果、内容に誤解が生じたり、受け手側が「相手側のニーズをつかめているのか」という不安を抱いたりしてしまいます。

そこで、伝えたいものやことだけでなく、多角度・多視点からとらえた周辺情報も伝えるようにしましょう。周辺情報により、状況やコンテキストまで伝えることができるため、受け手側もより正確にニーズを捉えることができます。その結果、「作っているものが本当にニーズに合致しているのか」という不安感が取り除かれ、自信を持ってものづくりに没頭することができるようになります。

(3) 情報に関する文脈や意図を伝える

複数拠点間でデータを共有してやり取りをする場合、すぐに会ってデータに関する情報の補足を口頭でフォローしたり、質疑応答をすることが難しいため、できる限りデータをアップロードする段階で、アップした情報がどういった背景から生まれたものなのか、どういったプロセスを経て作成されたものなのか、アップロードした人が何を伝えたいのか、など、アップロードした情報が生成された文脈やアップする意図も合わせて伝えることで、推測や勘違いなど各拠点のミスコミュニケーションが生まれている状態でプロジェクトが進んでしまうリスクを下げるができます。

(4) 気楽にお互いの状況を共有する

複数拠点間でのコラボレーションでは、今相手は忙しいのかという遠慮から依頼が憚られて作業が進まないということが発生しがちです。お互いの状況が把握できるよう、他のチームが今何をやっているか、忙しいのか大まかに把握できるように予定を共有したり、メッセージや SNS のように容易に情報発信できるツールを活用したりするなど、情報伝達での遠慮がなくなり、コミュニケーションがスムーズに取れるようにする工夫が必要です。

(5) 重要度・緊急度に応じてコミュニケーション方法を変える

複数拠点間で情報共有する場合、対面でのコミュニケーションの機会が少ないので、電話、メール、web 会議、チャットツール、データ共有ツールなど様々な媒体を通じてコミュニケーションを図ることになります。その場合、重要事項をすぐに伝えたい場合はやはり電話を活用するなど、情報の重要度・緊急度、情報共有におけるツールのリアルタイム性や、やり取りする情報の特性とのバランスを見てどういったコミュニケーション方法を取るかを適切に選択していく必要があります。

電話や Web 会議で口頭で伝えた情報で重要なことは、メールやチャットツールなどで後からテキスト情報としても共有するなど、ツールを組み合わせ、確実に情報を伝達していくことが重要です。

また、遠隔地間の web 会議では、カメラに自分が説明したいものがきちんと映っているかどうか確認したり、話題にしているものが何なのかきちんと指し示したりするなど、web 会議ならではのプレゼンテーションマナーを身に着けることも重要です。

遠隔地間同士の場合、対面以上の丁寧なコミュニケーションが必要になります。

2.5. 環境

(1) 臨場感を共有する

複数拠点間でのものづくりでは、テレビ会議で話したり、データを共有したりして情報共有を行います。

その際に、固定カメラでテレビ会議をしたり、手元など一か所のみ撮影した画像を共有したりしてしまうと、“盛り上がっている感”や“わくわく感”が遠方の相手に伝わりにくくなってしまいます。

そこで、その場の雰囲気も読み取れるようなアングルでのテレビ会議を実施したり、手元の画像だけでなく表情や感情も読み取れるようなアングルの動画を共有したりすることが大切です。

臨場感を別の拠点にいる人に伝えることで、プロジェクト全体で創造的な開発を進めることができるでしょう。

3. 複数拠点間コラボレーションものづくりで活用できる情報基盤

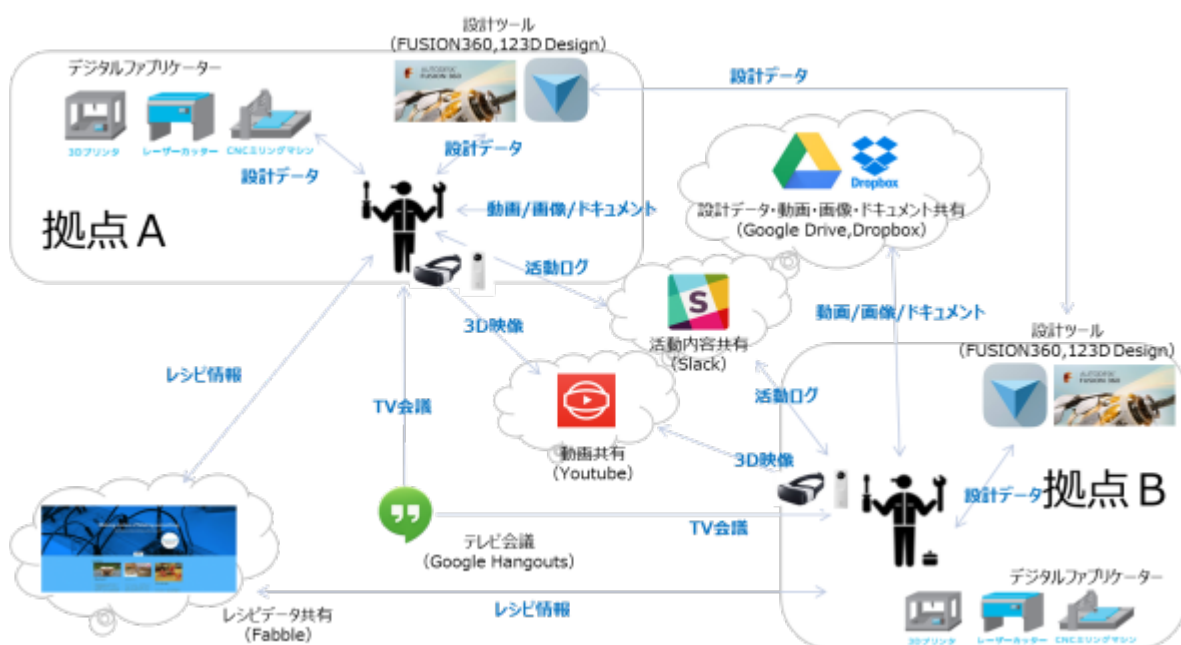
(1) 情報基盤の全体像

複数拠点間におけるコラボレーションものづくりは、様々なツールを活用することで実現することができます。

さらにスムーズなコラボレーションものづくりを実現するためには、各ツールの統合や新たな情報基盤の構築が望まれるところですが、現在提供されているツールを最大限活用すれば遠隔地間でも一連のものづくりの流れを辿ることができるでしょう。

本手引書では、2016年12月～2016年3月に実施した実証実験の結果をもとに現在構築可能な情報基盤を導き出しています。

現在構築可能な情報基盤



情報基盤は、企画、設計、開発・テストのフェーズでその活用方法が異なります。

企画では、まずに「チーム作り」を行う必要があります。具体的には、参加メンバーが一同に会し、プロジェクトの目的、目標を明確にすること、各拠点で準備できる開発環境の確認、プロジェクト推進方法（ドキュメント管理ルール、進捗・情報共有ルール、各チームの役割分担、会議体の設計）設計、確認を行うことが必要です。チーム作りの段階では、遠隔ではなく、実際に一か所に集まっでの検討が望ましいです。

その後、実際の企画を行います。その中では、現場観察の結果を動画・画像で共有するツールや、遠隔での打ち合わせを実施するためのテレビ会議ツールの活用が考えられます。

設計では、協調デザイン機能を有したCADツールを活用して、遠隔での協調デザインを行います。設計で作成／参照したドキュメント、資料、画像、動画は動画・ドキュメント共有のツールを活用して共有します。

開発・テストでは、それぞれの拠点で、作成したデータを元にデジタルファブリケーターを活用して出力、テストを行います。設計データの共有＞出力＞テスト＞設計データ修正、のサイクルを繰り返しながらものづくりを進めていくことになるでしょう。

遠隔地での出力が難しい場合は、3D 映像での情報共有を行うことも考えられます。拠点によっては、十分なデジタルファブリケーターが準備できず、設計データはあるものの、出力ができないケースが考えられるためです。その際は、3D 映像を使うことで、動画・写真では伝えることが難しかった、大きさ、臨場感を伝えることが可能になります。

全ての活動の履歴は、活動履歴共有ツールで共有します。日々の活動ログを、遠隔地のメンバーと共有することで、問題点の可視化、問題解決に向けた共同検討を行うことができます。またそれぞれの活動内容を知ること、アイデアを生み出すためのきっかけになります。

ものづくりが終わったあとは、そのものづくりの過程を共有するために、レシピ共有ツールを活用し、外部に向けて発信することができます。その外部発信された情報は、別のものづくりにおける設計・開発インプット情報になり、新たなコラボレーションが生まれるきっかけにもなるでしょう。

(2) 活用可能なツール群

下記に現在サービス提供されており、コラボレーションものづくりにおいて活用可能なツールを紹介します。

(2016 年 12 月～2016 年 3 月の実証実験において活用したツールであり、記載している情報も当時の内容です。)

【設計ツール】

FUSION360

提供元	Autodesk
概要	3DCAD/CAM/CAE ツール。製品開発に必要なプロセスを、クラウド上のプラットフォームで実施可能。開発プロセスの管理を関係者間で連携でき、さらに設計情報も共有して関係者でレビューすることができるなどコラボレーション機能が充実している。3D プリンタへの出力が可能。有償。
コラボレーションものづくりでの活用シーン	3D データの設計・共有・出力に活用する。
参考 URL	http://www.autodesk.co.jp/products/fusion-360/overview

123D Design

提供元	Autodesk
概要	3DCAD ツール。シンプルで初心者にも使いやすい点が特徴。3D プリンタへの出力が可能。無償。
コラボレーションものづくりでの活用シーン	3D データの設計・出力に活用する。

参考 URL	http://www.123dapp.com/design
--------	---

【データ共有ツール】

Dropbox

提供元	Dropbox																		
概要	オンラインストレージサービス。ファイルをフォルダにアップロードすることで他人とファイルの共有が可能。 無償プランと有償プランあり。容量および価格は以下の通り。 <table border="1"> <tr> <th></th><th colspan="2">個人向け</th><th colspan="2">チーム向け</th></tr> <tr> <td></td><td>Basic 無料プラン</td><td>Pro 1200 円 / 月</td><td>Business 1 ユーザーにつき 1500 円 / 月</td><td>Enterprise 価格非公表</td></tr> <tr> <td>容量</td><td>2GB</td><td>1TB</td><td>1TB</td><td>1TB</td></tr> </table> ※友達を紹介すると容量が増える。Basic は一人あたり 500MB、最大 16GB まで獲得可能。Pro は一人あたり 1GB、最大 32GB まで獲得可能。 2016 年 3 月時点でユーザー数は 5 億人、15 万社が Dropbox Business を利用している。					個人向け		チーム向け			Basic 無料プラン	Pro 1200 円 / 月	Business 1 ユーザーにつき 1500 円 / 月	Enterprise 価格非公表	容量	2GB	1TB	1TB	1TB
	個人向け		チーム向け																
	Basic 無料プラン	Pro 1200 円 / 月	Business 1 ユーザーにつき 1500 円 / 月	Enterprise 価格非公表															
容量	2GB	1TB	1TB	1TB															
コラボレーションものづくりでの活用シーン	ドキュメントや動画、設計データの管理、共有の際に活用する。																		
参考 URL	https://www.dropbox.com/ja/																		

Google Drive

提供元	Google	
概要	オンラインストレージサービス。ファイルをフォルダにアップロードすることで他人とファイルの共有が可能。無償プランと有償プランあり。容量および価格は以下の通り。容量は、Gmail、Google Photo と合算での値。Google ドキュメント、スプレッドシート、スライドで作成したファイルはストレージを使用しない。	
	容量	月額
	15 GB	無料
	100 GB	\$1.99
	1 TB	\$9.99
	10 TB	\$99.99
	20 TB	\$199.99

		30 TB	\$299.99	
コラボレーションものづくりでの活用シーン	ドキュメントや動画、設計データの管理、共有の際に活用する。			
参考 URL	https://www.google.com/intl/ja_jp/drive/			

YouTube

提供元	YouTube
概要	動画共有サービス。動画をアップロードすることで他人と共有可能。動画の公開範囲を公開、非公開（Google アカウントを持つ特定のユーザーのみに共有）、限定公開（動画のリンクを知っているユーザーのみに共有）に設定できる。3D 動画をアップロードし、VR コンテンツとして視聴することができる。無償。
コラボレーションものづくりでの活用シーン	3D を含む動画の共有の際に活用する。
参考 URL	https://www.youtube.com/

Fabble

提供元	慶應義塾大学 SFC、MozillaJapan
概要	ものづくりの手順をメモ形式やレシピ形式で記録、共有するための共有ウェブサービス。ものづくりの文脈やストーリーを伝えやすい仕組み。 モノづくりの一連の流れを記録したページはプロジェクトと呼ばれる。グループを作成することもでき、グループ単位でのプロジェクト編集も可能。 1 つのプロジェクトは、Recipe（レシピ）と Memo（メモ）という 2 つの記述形式から成り立っている。Recipe にはモノづくりの手順と、それに必要な材料（Materials）・道具（Tools）・設計図（Blueprints）を記述し、Memo には制作の様子や制作メモなどを記述する。Memo の記入は、モノづくりの背後にある物語を記録し、共有することを目的としている。 慶應義塾大学 SFC の講義でも活用されている。 無償。（GitHub アカウントが必要）
コラボレーションものづくりでの活用シーン	ものづくりのあらゆるメモを記録したり、製作物のレシピをまとめ、共有したりする際に活用する。
参考 URL	https://fabble.cc

【コミュニケーションツール】

Google Hangouts

提供元	Google
概要	テキストメッセージでのやりとりやビデオ通話が可能なコミュニケーションツール。複数人によるグループでのやりとりが可能（ビデオ通話は最大 10 人まで）。無償。
コラボレーションものづくり	遠隔地間会議や、レビューを実施する際に活用する。

での活用シーン	
参考 URL	https://www.google.co.jp/hangouts/

Slack

提供元	Slack
概要	チャット形式のコミュニケーションツール。サードパーティーサービスとの連携機能が豊富。話題毎にチャンネルを作ることができる。無償。
コラボレーションものづくりでの活用シーン	ものづくり全体を通じて、活動履歴の記録・共有、メンバーへの連絡等を行う際に活用する。
参考 URL	https://slack.com/

別紙 2

実証実験結果詳細

目次

1. テーマ①農業分野における検証	3
1.1. テーマ設定（報告書本編再掲）	3
1.2. 実施内容（報告書本編再掲）	3
1.3. 実施体制（報告書本編再掲）	5
1.4. 実証結果	7
(1) 活用した情報基盤	7
(2) 実施手順	8
(3) 製作物	11
2. テーマ②福祉分野における検証	12
2.1. テーマ設定（報告書本編再掲）	12
2.2. 実施内容（報告書本編再掲）	12
2.3. 実施体制（報告書本編再掲）	13
2.4. 実証結果	14
(1) 活用した情報基盤	14
(2) 実施手順	16
(3) 製作物	20
 図表 1 農業テーマ 実施体制	5
図表 2 EXIII 社の HACKBERRY	12
図表 3 福祉テーマ 実施体制	13

1. テーマ①農業分野における検証

1.1. テーマ設定（報告書本編再掲）

農業における生産性の向上は重要なテーマであり、「日本再興戦略」改訂 2015（27.6.30 閣議決定）¹においても農業は重点テーマの一つとされ、農業においても ICT を駆使しながらマーケティング・生産・流通・販売を実施するなど、変化の波に対応しながら経営力を強化していく必要があると指摘されている。

一方で先端化の恩恵は農業機械を新規に導入する場合に限られ、既存の農業機械に装着するいわゆる「レトロフィット」と呼ばれる先端機器・機材は既存の千差万別な農業機械に取り付けるために多くの追加部品を要する。対応外の機材にはそのまま適用できず、オーダーにはコストと時間を要するのが一般的であり、広く使ってもらうことを目的とする場合、サプライチェーンの形成にも大きな課題があると言われている。

同様に、農業 ICT 開発側も課題を抱えており、開発時に技術トレンドの移り変わりによる採用パーツの製造中止とメーカーの仕様変更によって幾度となく設計をやり直し、莫大なコストと長期間の研究開発が必要な状況に苦慮する状況にあった。そのような中で、オープンソースハードウェアと、デジタルファブリケーションの活用によって安価でかつスピーディーな機器の開発が可能になったという事例があり、農業従事者側の投資額も安く抑えることができ、農業従事者、開発側双方にとって、農業 ICT におけるデジタルファブリケーションの活用はメリットがあると考えられている。

このような背景から、今後農業分野では、農業従事者が各自の保有する農業機械の性能を向上させたり修理したりするために、それぞれに合った追加部品を製作し活用することが想定される。

また、同じ機械を使用する者同士や同じ作物を栽培する者同士で上記のような追加部品の連携をすることで、より効率的に生産性向上が見込まれ、コラボレーションによるものづくりが寄与することが期待される。

以上から、情報基盤の仮説を検証することに適した分野であると考え、農業分野における実証実験を実施することとした。

1.2. 実施内容（報告書本編再掲）

農業 ICT 化におけるデジタルファブリケーション活用のメリットを示しつつ、今回の調査目的である、ファブ社会における情報基盤の要件を抽出するために、国内の異なる農業地域かつ異なる農業機器を保有する拠点同士で、農業機械用自動操舵用アタッチメント（株式会社農業情報設計社が提供している「AgriBus-NAVI」で自動操舵を実施するために必要なトラクターのハンドルに設置する機器（アタッチメント））を製作する。その過程でものに関する情報を、情報基盤を介してやり取りし、情報基盤に関する仮説の有効性を評価する。

AgriBus-NAVI について

農業情報設計社では AgriBus-NAVI という、農業機械用の GPS/GNSS ガイダンスシステムを開発している。トラクターやコンバイン、自走式スプレーヤーなどの農業機械に搭載して、圃場内の直進作業を支援するアプリで、画面表示を確認しながら農業機械を運転することで、広い圃場内でまっすぐ、等間隔に作業を行うことができる。アプリをダウンロードすれば誰でも活用できるため、世界中の農業機械の運転をサポートすることができる。実際、利用者の 9 割以上が海外のユーザーだという。別途、USB 接続型の GPS/GNSS アンテナを用

¹「日本再興戦略」改訂 2015 ―未来への投資・生産性革命―

<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/dai1jp.pdf>

意することで、より位置精度を高めることが可能である。“農業のカーナビ”といえるサービスで、通常であれば 50 万円から数百万円とかかってしまう GPS ガイダンスシステムを、スマホ用のアプリとして、しかも無料で提供していることで農業従事者からの評価も高い。



出典 農業情報設計社 AgriBus-NAVI 紹介ページ

<http://www.agri-info-design.com/agribus-navi>

- 機能：農業機械の直進作業を支援する情報（基準線と現在位置がどのくらいずれているか）をスマートフォンやタブレットの画面に表示
- 使用要件：Android 4.0 以上のスマートフォン・タブレット
- 費用：無償（広告表示）
有償（月額 500 円、年間 4800 円の定期購入）（広告非表示・作業軌跡に高低差・車速情報を色分けして表示）
- AgriBus-NAVI を圃場作業で使用する際に必要なもの
 - 1) GPS/GNSS アンテナ
 - 2) 取付器具
RAM マウント等の取付器具を用いてスマートフォン・タブレットをトラクター等の車両に搭載
 - 3) 配線器具（USB ケーブル・電源）
 - ・市販のスマホ・タブレット用接続ケーブル（USB-OTG ケーブル）
 - ・GPS 用 USB 延長ケーブル
 - ・車載用 USB 電源
 - 4) （自動操舵する場合）トラクターのハンドルに設置するアタッチメント
市販のものはないため、自作する必要がある。AgriBus-NAVI を活用して作業がしたい農業機器のハンド

ルにアタッチメントを取り付け、アタッチメントに取り付ける通信モジュールと AgriBus-NAVI のアプリを接続することによって、自動的にハンドル操作を行う。

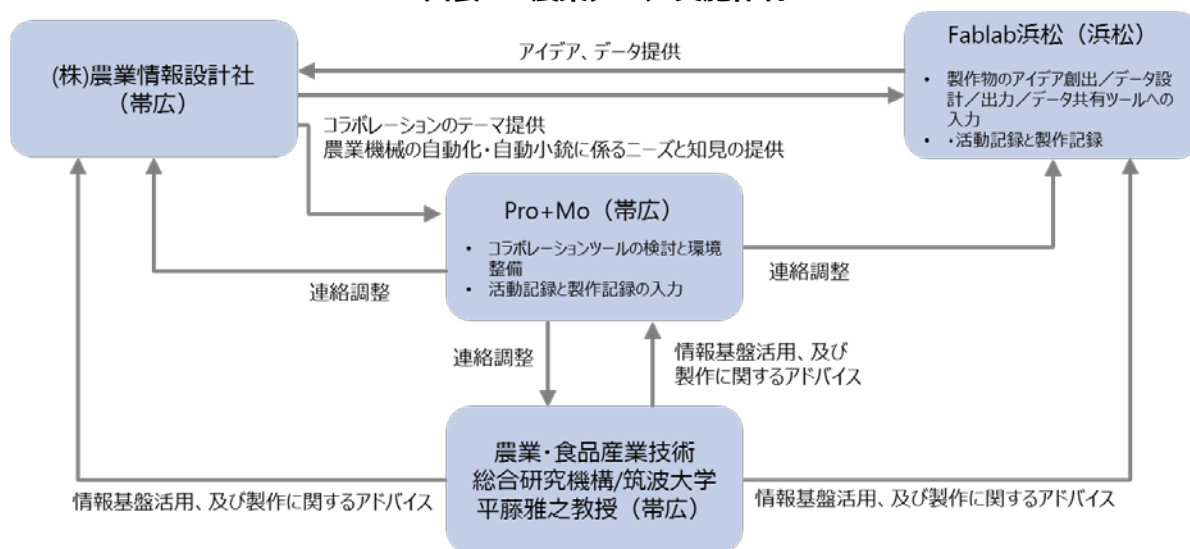
今回の実証では、上記の構想を実現させる方法を拠点間で協力して開発する。フレームや部品（電子部品以外）は各農家自身が保有する農業機器のハンドルの大きさに合わせて自由にフレームの大きさを変更し自作できるように、デジタルファブリケーターを用いて製作する。



1.3. 実施体制（報告書本編再掲）

実施体制は次の通り。

図表 1 農業テーマ 実施体制



組織名	概要	実証における役割
株式会社農業情報設計社	農業情報設計社は、電子制御技術や情報通信技術を用いた農業生産技術の高度化・情報化に関する技術の提供を通じて、農業に求められる課題の解決をサポートする企業として、平成26年4月21日に北海道帯広市で設立された。主	・ コラボレーションのテーマ提供（株式会社農業情報設計社が提供している「AgriBus-NAVI」で自動操舵を実施するために必要なトラクターのハ

	な事業内容は以下の4つである。 1. 農業における情報通信技術の利用に係る研究開発と知見の提供業務 2. コンピュータ及びセンサシステムの研究開発・試験・製造・輸入・販売 3. インターネットサービスの研究開発・提供 4. 前各号に付帯又は関連する一切の業務 農業機械用の GPS/GNSS ガイダンスシステムである AgriBus-NAVI を開発	ンドルに設置するアタッチメントの改良) ・ 農業機械の自動化・自動操舵に係るニーズと知見の提供
農業・食品産業技術総合研究機構/筑波大学 平藤雅之教授	農業・食品産業技術総合研究機構は、茨城県つくば市観音台三丁目に本部を置く農林水産省所管の国立研究開発法人。農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター、芽室研究拠点の平藤雅之教授が、株式会社農業情報設計社のアドバイザーとして参画いただく。	・ 情報基盤活用、及び製作に関するアドバイス実施
Pro+ Mo	IT コンサルティングやシステム設計・開発、組込みソフトウェア開発など、首都圏や札幌圏のシステム開発案件を実施。 北海道帯広市に「ものづくりラボ」をオープンし、3Dプリンタやデジタル掘削マシンなども予約制で活用できるようにしている。ロボットとプログラミングの教室を開催。 ファブラボとかち設立に向けたファブラボとかち協議会にも参加。	・ コラボレーションツールの検討と環境整備 ・ 遠隔地間の連絡調整 ・ 活動記録と製作記録の入力
Fablab 浜松	平成26年7月、静岡県浜松市のTAKE-SPACE が国内10番目の Fablab として「ファブラボ浜松」としての運営をスタート。通常の Fablab で設置しているデジタルファブリケータだけでなく、旋盤、卓上フライス盤、卓上糸鋸などのアナログ工作機も設置。農家の中にある Fablab としても特徴的で、稲作を支援するロボット製作のハッカソン「アイガモロボットハッカソン」などを開催し、次世代の稲作とデジタルファブリケーション、電子工作の融合点を研究している。	・ 製作物のアイデア創出／データ設計／出力／データ共有ツールへの入力 ・ 活動記録と製作記録

1.4. 実証結果

(1) 活用した情報基盤

階層	機能	活用したサービス・ツール	活用内容
第 1 層 工場のネットワーク化・スマート化	工場の稼働状況可視化機能	実証実験対象外	
	工場の生産能力可視化機能	実証実験対象外	
	工場検索機能	実証実験対象外	
第 2 層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	複数拠点同時中継機能	Google Hangouts	帯広・浜松間での会議や製作物に関するレビューを行う際に活用した。
	協調デザイン機能	FUSION360	浜松で設計したデータを帯広でレビューする際に活用した。レビューの結果も FUSION360 上でコメントをつけてフィードバックした。
	活動履歴共有機能	Slack	ものづくり全体を通じて、活動履歴の記録・共有、メンバへの連絡等を行う際に活用した。
	動画・ドキュメント共有機能	Google Drive	ドキュメントや設計データの管理、共有の際に活用した。
	3D 映像での情報共有	YouTube	浜松で製作したプロトタイプをトラクターに取り付けている様子を 3D レビューするための 3D 動画の共有をする際に活用した。
	資材ストックデータの共有	実証実験対象外	
第 3 層 デジタル工作機械群の M2M、	遠隔操作機能	実証実験対象外	

標準 CAM	遠隔監視機能	実証実験対象外	
	フィルター設定機能	実証実験対象外	
第 4 層 標準化されたもののデータ、材料データの流通	データ変換機能	FUSION360	FUSION36 のデータ変換を活用して、CAD ツールで作成したデータを 3D プリンタで出力できる形式に自動変換し、CAD ツールから直接 3D プリンタに印刷を実施した。
第 5 層 アイデアやレシピの交換とラーニング環境	レシピ共有機能	実証実験対象外	
	レシピ引用機能	実証実験対象外	

(2) 実施手順

■実施方針決定

実施日：2016 年 1 月 12 日

場所：十勝産業振興センター（北海道帯広市）、農業情報設計社（北海道帯広市）

参加者：農業情報設計社、Pro+Mo、農業・食品産業技術総合研究機構平藤教授、Fablab 浜松、Fablab 十勝

実施内容：

- 参加者の自己紹介を実施。
- 役割分担について意識合わせを実施。
- マスタスケジュールについて意識合わせを実施。
- 予算案について意識合わせを実施。
- 開発プロダクトについて意識合わせを実施。
 - 農業機械用自動操舵用アタッチメントの開発を確認。
 - 農業情報設計社にて、アタッチメントの初期プロトタイプを農業情報設計社濱田氏より紹介。
- 使用する情報基盤について意識合わせを実施。



写真：会議風景

■プロトタイプ開発①

実施日：2016年2月6日、7日

場所：Fablab 浜松（静岡県浜松市）

参加者：農業情報設計社、Pro+Mo、Fablab 浜松

実施内容：

- ・ 自動操舵システムの設計コンセプトの検討。
- ・ 装着対象の農業機械（田植機）の機器構成と各部寸法の確認。
- ・ 一次改良版プロトタイプ的设计。
- ・ 一次改良版プロトタイプの出力。



写真上：会議風景、写真左下：寸法確認、写真右下：一次改良版プロトタイプのフレームと初期プロトタイプの比較

■プロトタイプレビュー①

実施日：2016 年 2 月 6 日、7 日

場所：Fablab 浜松（静岡県浜松市）

参加者：農業情報設計社、Pro+Mo、Fablab 浜松

実施内容：

- 一次改良版プロトタイプ of 装着テストおよびレビューの実施。



写真：一次改良版プロトタイプ of 装着風景

■プロトタイプ開発②

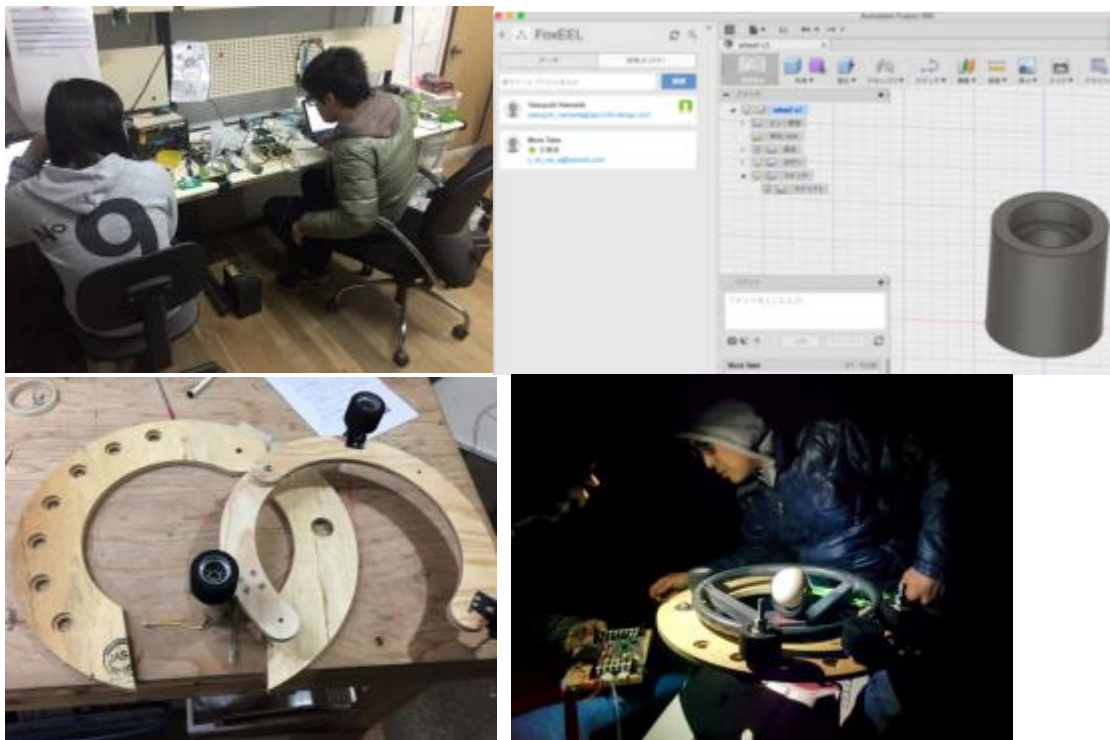
実施期間：2016 年 2 月 10 日～2016 年 3 月 10 日

場所：Fablab 浜松（静岡県浜松市）

参加者：Fablab 浜松

実施内容：

- 一次改良版 of プロトタイプからさらに強度を上げた二次改良版プロトタイプを開発。



写真左上：開発風景、写真右上：FUSION360 で開発している 3D データ

写真左下：一次改良版・二次改良版プロトタイプ of 比較、写真右下：二次改良版プロトタイプ of 装着風景

■プロトタイプレビュー②

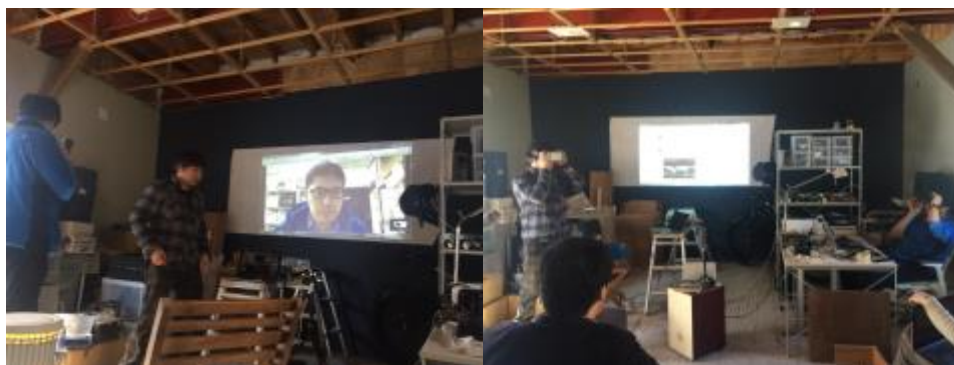
実施日：2016年3月11日

場所：農業情報設計社（北海道帯広市）、Fablab 浜松（静岡県浜松市）（Web ミーティングで実施）

参加者：農業情報設計社、Pro+Mo、農業・食品産業技術総合研究機構平藤教授、Fablab 浜松、Fablab 十勝

実施内容：

- （事前準備）Fablab 浜松二次改良版プロトタイプをトラクターに装着した様子を 3D カメラで録画。Youtube に動画を登録。
- 二次改良版プロトタイプの遠隔地 3D レビューを実施。
 - 農業情報設計社にて、Youtube に接続し、Fablab 浜松の登録した 3D 動画を GearVR で確認。



写真左：遠隔会議風景、写真右：遠隔地 3D レビュー風景

■実施内容振り返り

実施日：2016年3月11日

場所：農業情報設計社（北海道帯広市）、Fablab 浜松（静岡県浜松市）（Web ミーティングで実施）

参加者：農業情報設計社、Pro+Mo、農業・食品産業技術総合研究機構平藤教授、Fablab 浜松、Fablab 十勝

実施内容：

- 実施内容の振り返りを実施。

(3) 製作物

- 農業機械用自動操舵用アタッチメントの一次改良版
- 農業機械用自動操舵用アタッチメントの二次改良版

2. テーマ②福祉分野における検証

2.1. テーマ設定（報告書本編再掲）

ファブ社会においては、多様な主体がものづくりに参加し、各自の創造性を発揮することが可能になるが、これは健常者、障害者の区別なく全ての人にいえることである。これまで障害者福祉の観点から見ても、障害者も健常者も地域の一員としてともに生きる社会を目指し、自立を支援する様々な取組が行われてきた。平成27年6月30日に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針 2015」では、少子高齢化に対応すべく、多様な人材力の発揮の観点から、「障害者等の活躍に向けた農業分野も含めた就労・定着支援、文化芸術活動の振興などその社会参加の支援等に取り組む。」とたわわれている。

一方で、3D プリンタを始めとするデジタルファブ리케이션は、少量生産が容易（一つから出力可能）であることやカスタマイズ性が高いことから、一人一人の障害に合った補助具を作ることに適していると考えられる。今は 3D スキャン技術も向上し、補助具を作るためのデータ作成も容易になっている。例えば、義手や義足の製作で 3D プリンタを活用する事例が多く出てきている。exiii 社も 3D プリンタを活用した筋電義手（手を失われた方が残された腕の筋肉の電気信号を介し直感的に操作できる義手）を開発している。3D プリンタを活用することでコストダウンを実現しているだけでなく、ユーザー好みにデザインをアレンジすることにも取り組んでいる。

図表 2 exiii 社の HACKberry



出典 exiii ホームページ

<http://exiii.jp/hackberry.html>

このように、福祉分野ではそれぞれの福祉施設や障害者によって、一人一人の障害に合った補助具の製作・活用が今後も進んでいくことが想定される。

また、福祉施設同士が連携することにより効率的な補助具の製作、活用が見込まれ、コラボレーションによるものづくりが福祉施設の効率的な運営に寄与することが期待される。

以上から、情報基盤の仮説を検証することに適した分野であると考え、福祉分野における実証実験を実施することとした。

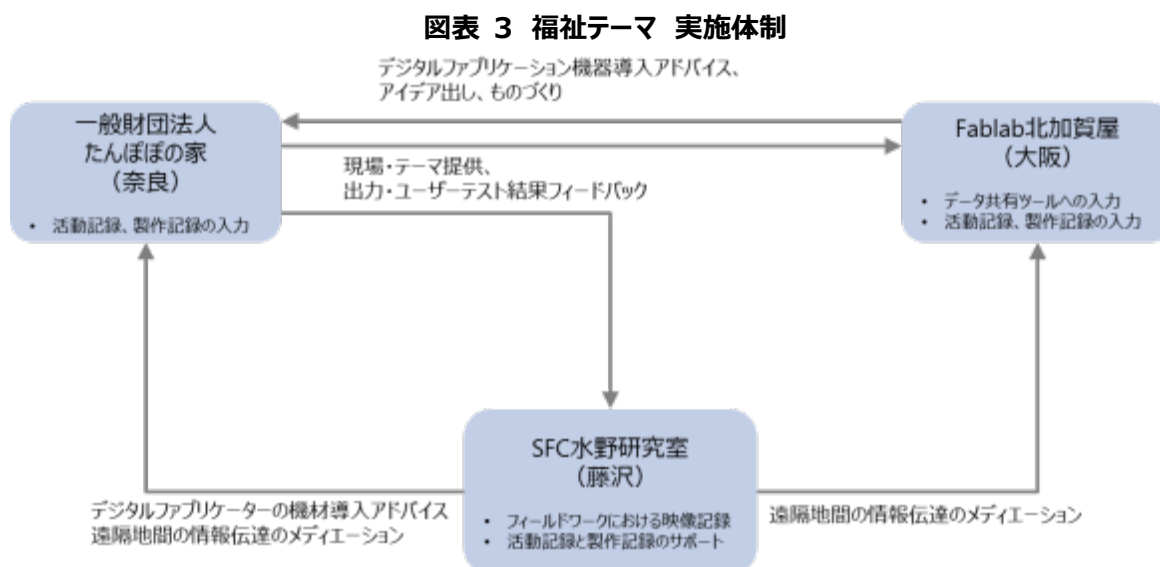
2.2. 実施内容（報告書本編再掲）

「たんぼぼの家アートセンターHANA(運営：社会福祉法人わたぼうしの会／一般財団法人たんぼぼの家)」

で行われている障害のある人の創作プログラムを対象にフィールドワークを実施し、その中からたんぽぽの家で製作を請け負っている、「鹿コロコロ」(企画販売：中川政七商店、製作たんぽぽの家アートセンター-HANA)を実証実験のモチーフにあげた。製造工程に必要な情報を整理し、作業における課題やニーズの抽出を行い、アイデア創出と製作物の開発・製造・実証を行った。

2.3. 実施体制（報告書本編再掲）

実施体制は次の通り。



組織名	概要	実証における役割
一般財団法人 たんぽぽの家	1976年8月に障害のある人たちの自立のための拠点づくりと共生社会づくりを目的として奈良県に設立。1988年に自立拠点の運営が社会福祉法人わたぼうしの会に移行した後、人に生きやすい社会を提案するための活動を行っている。2004年には、社会福祉法人わたぼうしの会とともに、たんぽぽの家アートセンターHANAをオープンし、障害者を含めた全ての人がアートを通して互いの感性を交感することのできる、地域のコミュニティアートセンターを運営している。製作スタジオや製作物の展示・販売を行うギャラリーを設けている。 2016年8月にはもう1つの拠点として、障害者の方の就業をサポートする「Good Jobセンター」のオープンを予定している。そこにデジタルファブリケーターを設置し、障害者の方が創作活動で活用できるようにする予定となっている。	・コラボレーションテーマ提供 ・実証実験におけるテーマ・課題・ニーズの抽出のためのフィールドワークの受入れ ・遠隔地間の連絡調整 ・障害のある人との製作物を用いた実証実験の実施 ・活動記録と製作記録の入力

慶応義塾大学 環境情報学部 水野大二郎研 究室	慶應義塾大学水野大二郎環境情報学部准教授の研究室で、主に以下の三つの研究を実施している。 1) 一般市民の創造性を発見するためのデザインリサーチ サービスデザインなどの領域において昨今注目されているデザインリサーチを通して、様々な形で一般市民の創造性を再発見、体系化、実践に応用 2) ファッションデザインと文化社会学の架橋 社会学的課題を多くはらむファッションデザイン特有の文化背景を理解し、その未来を実践的研究を通して描く。 3) インクルーシブデザインの実践的研究 できる限り多くの市民の社会的包摂を目指したサービスやプロダクトの在り方を実践的に研究する。ユーザー参加型デザインやオープンソースデザインの在り方と連動した活動。	・デジタルファブリケーターの機材導入アドバイス ・フィールドワークにおける映像記録 ・活動記録と製作記録のサポート ・遠隔地間の情報伝達のメディアエーション
FabLab 北加賀屋	2013年に国内4か所目、関西初のFablabとして大阪市住之江区北加賀屋にオープンした。事業としては下記を展開している。 ○ ほぼあらゆるもの（almost anything）を付くるための方法論の共有、蓄積、継承 ○ 各自の製作プロジェクトの遂行、及びその試行錯誤の過程を通じた学習 ○ 一般市民を対象とした製作ワークショップの企画、運営 ○ 前各号に附帯する一切の事業	・デジタルファブリケーターの機材導入アドバイス／各種ツールの使用サポート ・製作物のアイデア創出／データ設計／出力／データ共有ツールへの入力 ・活動記録と製作記録の入力

2.4. 実証結果

(1) 活用した情報基盤

階層	機能	活用したサービス・ツール	活用内容
第1層 工場のネットワーク化・スマート化	工場の稼働状況可視化機能	実証実験対象外	

	工場の生産能力可視化機能	実証実験対象外	
	工場検索機能	実証実験対象外	
第2層 工房（ラボ）のネットワーク化、スマート化	複数拠点同時中継機能	Google Hangouts	奈良・大阪・横浜間での会議や製作物に関するレビューを行う際に活用した。
	協調デザイン機能	実証実験対象外	
	活動履歴共有機能	Slack	ものづくり全体を通じて、活動履歴の記録・共有、メンバへの連絡等を行う際に活用した。
	動画・ドキュメント共有機能	Dropbox Google Drive	ドキュメントや動画、設計データの管理、共有の際に活用した。
	3D 映像での情報共有	実証実験対象外	
	資材ストックデータの共有	実証実験対象外	
第3層 デジタル工作機械群の M2M、標準 CAM	遠隔操作機能	実証実験対象外	
	遠隔監視機能	実証実験対象外	
	フィルター設定機能	実証実験対象外	
第4層 標準化されたもののデータ、材料データの流通	データ変換機能	実証実験対象外	

第5層 アイデアやレシピ の交換とラーニン グ環境	レシピ共有機 能	Fabble	製作物のレシピをまとめ、共有する 際に活用した。
	レシピ引用機 能	実証実験対象外	

(2) 実施手順

■実施方針決定

実施日：2016年1月8日

場所：たんぼぼの家（奈良県奈良市）

参加者：たんぼぼの家、Fablab 北加賀屋、慶應義塾大学水野研

実施内容：

- ・ テーマの決定方針について、意識合わせを実施。
- ・ 機材の調達について意識合わせを実施。
- ・ 予算について意識合わせを実施。
- ・ スケジュールについて意識合わせを実施。

■現場観察実施・共有

実施日：2016年1月8日

場所：たんぼぼの家（奈良県奈良市）

参加者：たんぼぼの家、慶應義塾大学水野研

実施内容：

※ 実証実験では、遠隔地間でのコラボレーションものづくりを意識し、あえて現場観察の実施者とプロトタイプの開発者を別々に設定した。（現場観察：慶應義塾大学水野研、プロトタイプ開発：Fablab 北加賀屋）

- ・ 各作業風景の写真・映像を撮影。
- ・ 各作業風景の写真・映像説明テキストを作成。
- ・ 各作業風景の写真・映像・説明テキストをDropboxに格納。

■現場観察内容確認

実施期間：2016年1月12日～25日

場所：—（各自で実施）

実施者：たんぼぼの家、Fablab 北加賀屋、慶應義塾大学水野研

実施内容：

- ・ Dropboxに格納された写真・映像・説明テキストからの気づきを各自GoogleDrive上に記録。

	妄想したこと	すぐに改善できそうなところ	コメント	備考
手織 1	手織にいろんな突起をつけて、たとくとテクスチャのあるペイントや握ると造形ができるもの。三角の手袋、四角の手袋、などなど(藤井)	例：手袋が滑り止めになっているのであれば、滑り止めのつぎの手袋をつくってしまえばよいのでは？(ミズノ)		
手織 2	シャトルや奥から手前に引く木のバー(経路?)が遠そう。(森本)	木のバーに関しては、作業の邪魔にならず、かつ最適な位置から奥に引ける調整可能な取っ手のような治具があるといいのでは。(前に奥に出しているから引けるのかもしれないですが。)(森本)	織りの作業、思ったよりもゆっくり進んでですね(白石)	
手織 3	織り機のサイズに付いては織っている生地が細く、その割に織る作業量(おぼろ)と変わらないように見える。織り機はモジュール化や拡張などで、織る生地のサイズに適した作業量になると生産性がある。今の織り機のサイズに縛られない大きい生地も織れる。(竹田)			
手織 4	シャトルから出てくる糸の色・素材をワンタッチで切り替えられたら制作の幅が広がる(竹田)	シャトルが自動で糸を巻き取ったり必要量を排出できると良さそう(竹田)	全社に言えるが、作業中の話し相手(合いの手)が重要な気がする。相棒(ま) (白石)	
手織 5		ペダルの位置、形、高さを簡単に調整できると、楽な姿勢で踏むことができる(竹田)		
手織 6	他の人と対話しながら織る仕組み、他の動作と連動して織る仕組み(竹田)	右手だけでもシャトルをスムーズに移動できるように織り機が可変する(竹田)		
中川 1		テーブルトップ上で作業中のもの、道具のゾーニング・アレンジ補助員(白石)		
中川 2		ボンドを適量出す機械(白石)	鹿置き台素晴らしい(白石)	
中川 3				
中川 4	張り子土台のバリエーションを出す。競馬のバッドックのような鹿乾燥ベルトコンベアライン(白石)	現段階でどのくらい完成しているのか不明瞭メンバーも「どのくらい達成したのか」みえないので不満全体がどのくらいの達成度なのか見えてもいいのでは。	張り子土台？素晴らしい(白石)	
中川 5		紙の厚みを均一にするための、カラーチャート的なもの。紙枚数数えるカウンター(白石)	鹿スタンプ良いね(白石)	
中川 6				
中川 7		垂直水平がわかりやすい背景ボード(白石)	スピーカーのように工程を喋ってしてくれる人は、周りの教育的にも良い感じがする。門前の小僧~的な(白石)	
中川 8		車輪ハンコスタンパー。一気に四つ(白石)		
中川 9			塗装の段取り(フックかけ)は仕事になる？(白石)	
中川 10		過去の補助具・自助具のライブラリ(白石)		
中川 11	B品の活用方法を考えたい(白石)	車輪の縫つけをシルクで量産、あるいは転写で(藤井)		同じ制作工程(サイズも)で、

■テーマ決定

実施日：2016年1月25日

場所：たんぽぽの家（奈良県奈良市）、Fablab 北加賀屋（大阪府大阪市）、慶應義塾大学水野研（神奈川県藤沢市）（Web ミーティングで実施）

参加者：たんぽぽの家、Fablab 北加賀屋、慶應義塾大学水野研

実施内容：

- ・ 現場観察に関する気づきを共有。
- ・ 気づきの内容を踏まえ、テーマの決定。
 - テーマ：鹿コロコロの製造のプロセスに楽しく、楽に品質向上できるツールの導入する

■テーマに関する情報提供

実施日：2016年1月28日

場所：たんぽぽの家（奈良県奈良市）

参加者：たんぽぽの家

実施内容：

- ・ 鹿コロコロの製造工程のまとめ、共有。（エクセルファイルを Slack で共有）
 - 内容は、製造工程、制作パーツ、作業内容、材料、道具、障がいのある人への配慮・準備物、デジタル機材の活用、備考

参加者： Fablab 北加賀屋

実施内容：

- Fablab 北加賀屋でツールボックス、スタンプ器具のプロトタイプを開発。
- Fablab 北加賀屋でボンドスタンド、足固定治具、ボンド貼付プレートのプロトタイプを改良。
- 各プロトタイプのデータを Dropbox を通じたんぽぽの家に共有。

■プロトタイプユーザーテスト②

実施日：2016 年 2 月 26 日

場所：たんぽぽの家（奈良県奈良市）、Fablab 北加賀屋（大阪府大阪市）（プロトタイプの説明やフィードバックを Web ミーティングで実施）

参加者：たんぽぽの家、Fablab 北加賀屋、慶應義塾大学水野研

実施内容：

- （事前準備）たんぽぽの家でプロトタイプのデータを出力。
- プロトタイプについて、開発した Fablab 北加賀屋からたんぽぽの家に説明。（Web ミーティング）
- たんぽぽの家で鹿コロコロの製造を行っている障がい者の人たちがプロトタイプをテスト。
- テスト結果をたんぽぽの家から Fablab 北加賀屋に共有（Web ミーティング、Slack でテスト時の動画を共有）
- 鹿コロコロの製造工程に関して、不足している情報の展開を Fablab 北加賀屋からたんぽぽの家に要請

■プロトタイプ開発③

実施期間：2016 年 3 月 1 日～2016 年 3 月 16 日

場所：Fablab 北加賀屋（大阪府大阪市）

参加者：Fablab 北加賀屋

実施内容：

- ボックス/トレイ、検品システムのプロトタイプを開発。
- ボンドスタンド、スタンプ器具、ボンド貼付プレートのプロトタイプを改良。
- 各プロトタイプのデータを Dropbox を通じたんぽぽの家に共有。

■プロトタイプユーザーテスト③

実施日：2016 年 3 月 18 日

場所：たんぽぽの家（奈良県奈良市）

参加者：たんぽぽの家、Fablab 北加賀屋

実施内容：

- （事前準備）たんぽぽの家でプロトタイプのデータを出力。
- プロトタイプについて、開発した Fablab 北加賀屋からたんぽぽの家に説明。
- たんぽぽの家で鹿コロコロの製造を行っている障がい者の人たちがプロトタイプをテスト。

■ワークショップ

実施日：2016年3月24日

場所：たんぼぼの家（奈良県奈良市）

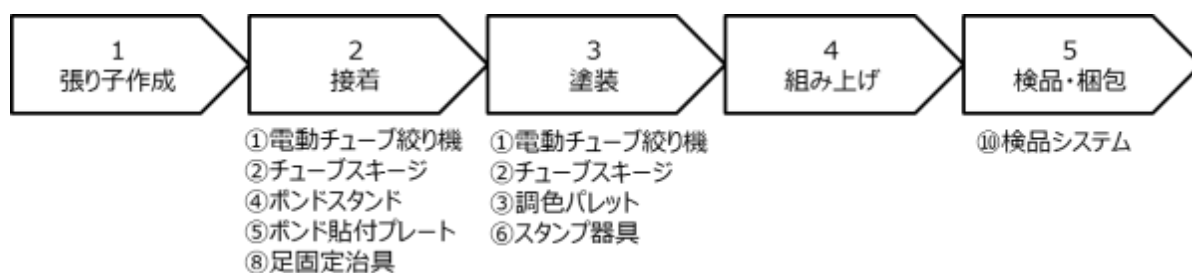
参加者：たんぼぼの家、Fablab 北加賀屋、慶應義塾大学水野研

実施内容：

たんぼぼの家で鹿コロコロの製造を行っている障がい者の人たち向けにプロトタイプを使ったワークショップを開催。

(3) 製作物

製作物は、鹿コロコロ製造の以下のプロセスを楽しくし、さらに品質向上を助けるものである。



鹿コロコロの製造工程および作業内容の詳細は以下の通り。

製造工程	制作パーツ	作業内容	使用するもの
1)張り子作成	ボディ	新聞・和紙の裁断	
		糊の水分調整	
		張り作業(剥離層・水張り)	
		張り作業(接着層・糊づけ)	
		乾燥	
		型割り切断	
		切断面の接着	
2)接着	足パーツ	成形のためのボンド接着	
	足・角・ボディ	接合のためのボンド接着	
3)塗装	塗料	アクリル絵具の調色	
	本体ボディ(下地)	にかわを水につけ下準備	
		にかわをレンジにかけ溶かす	
		胡粉・にかわの調合	

		胡粉・筆塗り(ボディ)・4回塗り	
		胡粉・筆塗り(足)・4回塗り	
		足の車軸穴の補正(削り)	
	本体ボディ(上絵)	ベースカラー、鼻、耳、角の筆塗り	
		目、背中(斑点)のスタンプ(絵付け)	
	車輪	スプレーガン塗装のための水分調整	
		ベースカラーのスプレー塗装	
		図柄のスタンプ(絵付け)	
	本体ボディ・車輪	仕上げ塗装	
4)組み上げ	車軸、車輪、本体ボディ	本体ボディに車軸を通し車輪挿入	
	尻尾	尻尾パーツを本体ボディに接着	
5)検品・梱包			 

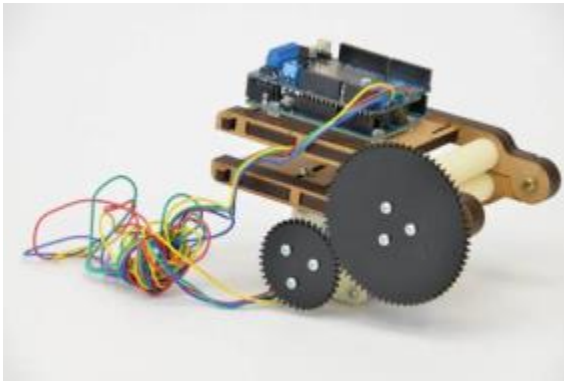
鹿コロコロイメージ



製作物は以下の通り。

1. 電動チューブ絞り機

絵の具やボンドをチューブ型の容器から押し出す量を制御し、使用者の力加減に関わらず適切な分量での調色や塗布を行うための器具。



2. チューブスキージ

絵の具やボンドをチューブ型の容器から押し出すための器具。



3. 調色パレット

適切な調色を行うために、一定の比率で仕切りが入っているパレット。



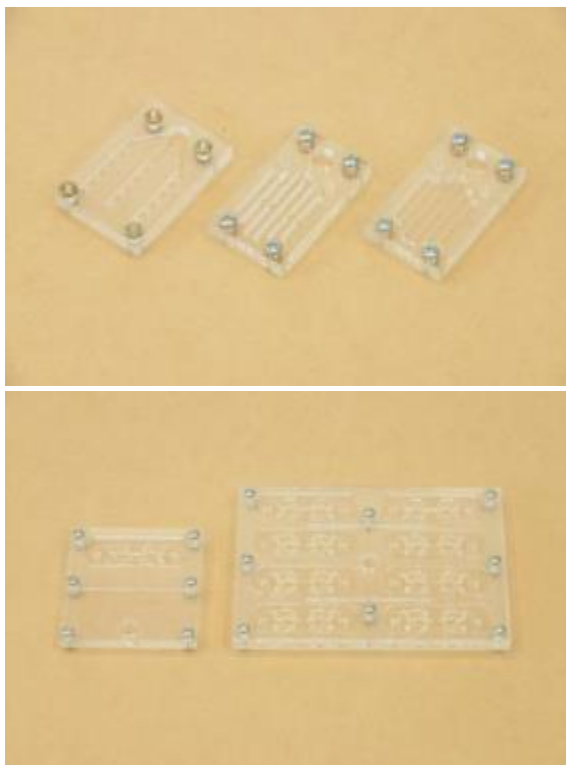
4. ボンドスタンド

容器を逆さまに置くことで底部にボンドを溜めない器具。



5. ボンド貼付プレート

鹿コロコロの組み立て工程で適量のボンド塗布を行うための器具。



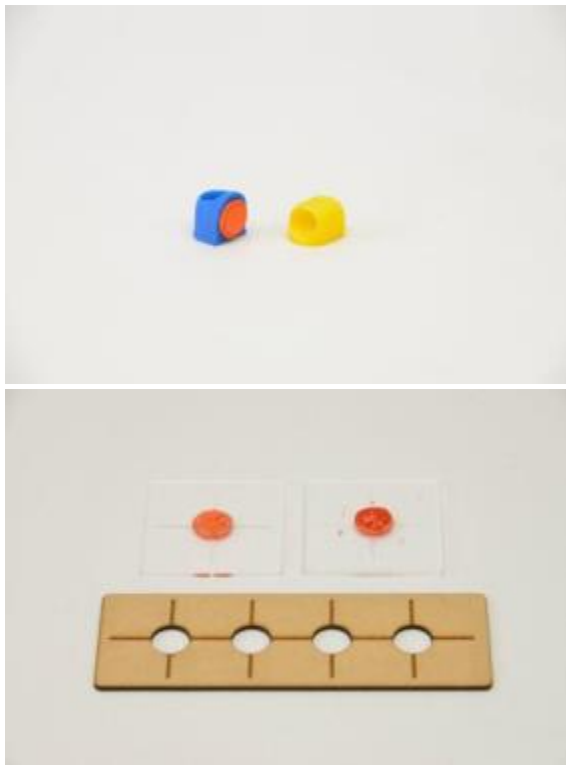
6. スタンプ器具

鹿コロコロ車輪パーツの絵付けで使用するスタンプの難しさを改善する器具郡。

従来は棒の先に印面のついたスタンプを使用しておりそれをベースに他の方法を模索した。

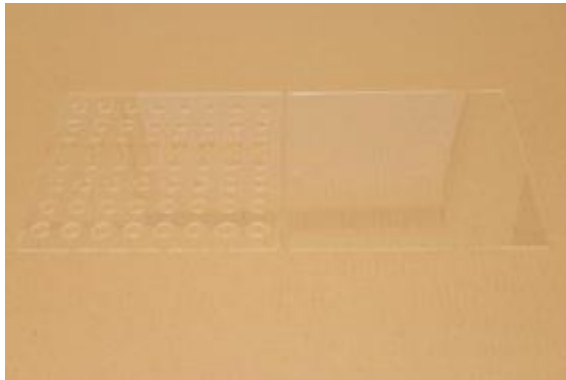
① 指スタンプ

指先にスタンプを取り付けることが可能な器具。



② スタンプガイド

透明なアクリル板でスタンプを押す位置を調整する器具。



③ 横押しスタンプ

横にスライドさせることでスタンプを押す器具。



④ 平面板スタンプ/筒状ガイド

スタンプを固定する穴の空いた板と筒状のガイドを用いてスタンプを押す器具。



7. ツールボックス

作業工程毎に必要な道具をまとめられるボックス。分解して組み替えることも可能。





8. 足固定治具

鹿コロコロの足パーツを塗料で固定する際に使用する治具。



9. ボックス/トレイ

鹿コロコロの大きさを 1 ユニットとして、作業工程毎に対応したボックスやトレイなどを制作した。

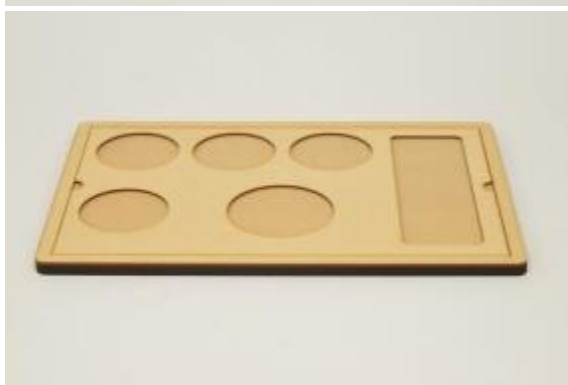
① 商品収納トレイ

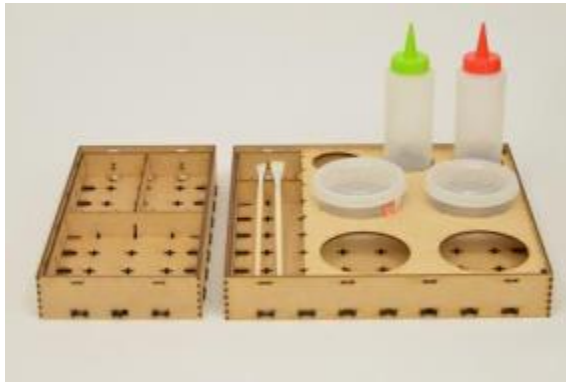
鹿コロコロを収納するためのベースとなるボックス。大中小 3 つのサイズ展開有り。



② 作業トレイ・上蓋・スタッキングバンパー

作業工程毎に必要な道具を配置するための器具。新しい作業工程にも対応可能な拡張性有り。





③ 鹿収納ボックス

制作途中の鹿コロコロを作業工程毎に適切な状態で保管するためのボックス。



10. 検品システム

鹿コロコロの足の曲がり具合を明確な基準で評価するためのシステム。



