



## 目次

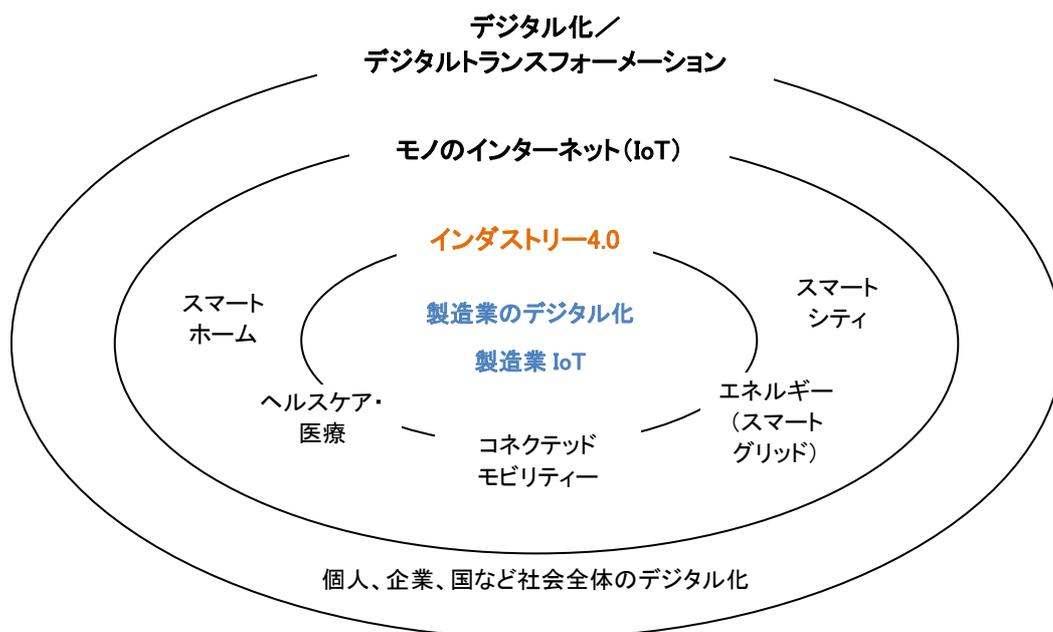
1. はじめに .....	5
2. ドイツにおけるインダストリー4.0 と IoT .....	8
2.1. ドイツの立ち位置、強みと弱み.....	8
2.2. ドイツにおけるインダストリー4.0/IoT の重要拠点.....	13
3. 業界動向・技術トレンド .....	17
3.1. 最近の主要トレンド.....	17
3.1.1. ドイツ製造業の 2017 年の 5 大トレンド.....	17
3.1.2. CeBIT (セビット) 2017 のトップテーマ .....	20
3.1.3. ハノーファー・メッセ 2017 のトップテーマ.....	23
3.1.4. 予知保全のビジネス動向.....	27
3.1.5. 急速に普及する可能性のある技術 .....	32
3.2. 産業用ロボット.....	34
3.2.1. 産業用ロボットの市場・利用動向 .....	34
3.2.2. 協調ロボットの市場・利用動向 .....	40
3.3. 付加製造技術(3D プリント) .....	44
3.3.1. 産業用 3D プリントの利用状況.....	44
3.3.2. 産業用 3D プリントに関するドイツ企業・研究機関の動向 .....	48
4. 主要組織・研究機関の動向 .....	52
4.1. ドイツにおけるインダストリー4.0 の関連団体(計 42 団体) .....	52
4.2. 主要組織と研究機関の動向.....	57
4.2.1. Plattform Industrie 4.0 .....	57
4.2.2. It's OWL .....	59
4.2.3. SmartFactory KL .....	62
4.2.4. フラウンホーファー研究機構.....	63
5. 主要企業の動向.....	66
5.1. ドイツにおけるインダストリー4.0 の主要プレイヤー.....	66
5.1.1. IoT/インダストリー4.0 の有カプラットフォームの供給企業 .....	66
5.1.2. インダストリー4.0 の主要サプライヤーとユーザー(計 35 社) .....	70
5.2. ボッシュ(Bosch) .....	77

5.2.1. 企業概要・データ .....	77
5.2.2. インダストリー4.0/IoT 戦略 .....	78
5.2.3. 最近の動向 .....	81
<b>5.3. SAP .....</b>	<b>84</b>
5.3.1. 企業概要・データ .....	84
5.3.2. インダストリー4.0/IoT 戦略 .....	86
5.3.3. 最近の動向 .....	88
<b>5.4. シーメンス(Siemens) .....</b>	<b>90</b>
5.4.1. 企業概要・データ .....	90
5.4.2. インダストリー4.0/IoT 戦略 .....	92
5.4.3. 最近の動向 .....	95
<b>5.5. オートメーション・接続技術分野のメーカー .....</b>	<b>97</b>
5.5.1. クーカ(Kuka) .....	97
5.5.2. フェスト(Festo) .....	101
5.5.3. フェニックス・コンタクト(Phoenix Contact) .....	103
5.5.4. ジック(Sick) .....	105
5.5.5. ワゴ(Wago) .....	108
5.5.6. ワイドミュラー(Weidmüller) .....	110
5.5.7. ベックホフオートメーション(Beckhoff) .....	112
5.5.8. ハーティング(Harting) .....	114
<b>6. 特許・法律動向 .....</b>	<b>117</b>
<b>6.1. 特許動向 .....</b>	<b>117</b>
6.1.1. インダストリー4.0 に関する特許(米・中・独の比較) .....	117
6.1.2. IoT に関する特許(国際比較) .....	119
<b>6.2. IoTを巡る「特許戦争」の可能性 .....</b>	<b>123</b>
6.2.1. 「特許戦争」を引き起こす要因 .....	123
6.2.2. IoTの特許訴訟の潜在的リスク .....	124
<b>6.3. インダストリー4.0/IoT に関する法的問題 .....</b>	<b>127</b>
<b>7. サマリー .....</b>	<b>133</b>
<b>8. 付録 .....</b>	<b>138</b>

## 1. はじめに

### ■ (製造業の)デジタル化 — 前宣伝・流行から実践・活用にシフト

ここ数年、「デジタルトランスフォーメーション(digitale Transformation)」や「デジタル化(Digitalisierung)」という言葉がドイツで頻繁に使用されるようになった。デジタルトランスフォーメーションとは、デジタル技術の発展がもたらす社会全体の変革のことである。「デジタル化」も同意義で用いられている。デジタルトランスフォーメーションは企業、個人、教育・研究機関、国が相互作用しながら進展していくが、ドイツは製造業のデジタル化において産学官連携が上手く機能している。モノのインターネット(IoT)の大きな活用分野である、製造業のデジタル化を国家プロジェクト「インダストリー4.0」として推進しており、この分野で米国、日本、中国とともに世界をリードする。インダストリー4.0の最重要イベント、ハノーファーメッセを開催していることでも知られる。2017年の同メッセでは新技術や新製品よりも活用がテーマとなり、インダストリー4.0がいよいよ実践にシフトするとみられる。



本レポートではPart 1とPart 2に分けて、ドイツにおける主要プレイヤーや(潜在)ユーザーの動向、インダストリー4.0/IoTを取り巻く環境(市場、業界・技術、ソーシャルメディア、特許・法律)を包括的にカバーする。Part 2では、インダストリー4.0/IoT分野のドイツの強みと弱み、業界・技術トレンド、主要プレイヤー(企業、団体、研究機関)、特許・法律動向に焦点をあてる。この分野の有力企業の概要、デジタル化の戦略、最近の動向についても掘り下げて分析する。さらに、新たな「特許戦争」の可能性、インダストリー4.0/IoTに関する法律問題も取り上げる。

## ■ 本レポート(Part 2)の内容

### 【第2章：ドイツにおけるインダストリー4.0とIoT】

デジタルトランスフォーメーションにおけるドイツの立ち位置、強みと弱み、ドイツ政府の戦略を分析する。得意とする技術分野や(米国や日本と比較した)インダストリー4.0やIoTの進展について調査データを集めた。また、同国におけるインダストリー4.0の盛んな地域、ドイツ政府が定めたデジタルトランスフォーメーションの戦略的拠点を地図に指し示す。

### 【第3章：業界動向・技術トレンド】

製造業のデジタル化に向けた最近のトレンドを探る。フィールドバス、産業用イーサネット、無線など産業用ネットワークのシェア予測やインダストリー4.0(製造業IoT)の統一した通信規格に向けた動きもピックアップする。さらに、世界最大級のIT見本市CeBIT(セビット)や世界最大の産業見本市ハノーファー・メッセにおける2017年のトップテーマ・技術トレンド(計15)について解説する。特にハノーファー・メッセは「インダストリー4.0の開発動向を一望できる」とされている。具体的な活用分野として脚光を浴びている予知保全のビジネス動向も取り上げる。また、ドイツ企業の間で急速に普及する可能性のある技術についても情報・データを収集。

インダストリー4.0の「花形」となる産業用ロボットと3Dプリンターに関して、掘り下げて調査。ドイツにおける産業用ロボットの利用状況やインダストリー4.0に関連した今後の見通しを考察する。さらに、未来の製造業の象徴とされる協調ロボットの市場動向・予測、サプライヤー、ユーザー企業に焦点をあてる。また、金属3Dプリンターの強豪国、ドイツにおける付加製造(3Dプリント)のサプライヤー、研究機関、ユーザー企業の動向にも目を向ける。

### 【第4章：主要組織・研究機関の動向】

国レベル、州レベル、地域レベル、業界レベルのインダストリー4.0の推進組織、インダストリー4.0に積極的な業界団体、研究機関、大学、スマートファクトリーのテストベット、規格・標準化団体、データやセキュリティに関する組織(計42団体)を列挙して紹介する。

国レベルの中心組織「Plattform Industrie 4.0」、インダストリー4.0の産業クラスター「It's OWL」、スマートファクトリーの実証・研究プラットフォーム「SmartFactory KL」、欧州最大の応用研究機関「フラウンホーファー研究機構」については、組織の概要や最近の活動状況を詳細に記載する。

### 【第5章：主要企業の動向】

製品力と市場競争力を縦軸と横軸にとり、ドイツ市場における「IoTプラットフォーム」の有力プレイヤーの位置付けを散布図に示す。「インダストリー4.0プラットフォーム」と「ビッグデータ分析・可視化ソフト」についても、同様に有力プレイヤーを散布図にプロット。各分野で競争力のあるドイツの大企業・中堅企業、新興企業、外国企業が見て取れる。さらに、複合テクノロジー企業、情報通信技術、オートメーション・電気工学、機械、自動車メーカーを中心に、インダストリー4.0の主要サプライヤーとユーザー35社を特定し、

各社のインダストリー4.0への取り組みを簡潔にまとめた。

ボッシュ、SAP、シーメンスの3社はIoT分野で米国の大手企業と競合できるとみられている。この3社については、企業概要や基礎データ、インダストリー4.0/IoTの戦略、最新動向など、各企業のプレスリリースや業界誌・専門誌の記事をベースに詳細に分析・考察する。

ドイツは日本や米国と比べると大企業の数が少ないが、「隠れたチャンピオン企業」が多いことで知られる。「隠れたチャンピオン」とは、一般にはあまり知られていないが、ある特定のニッチ分野で世界有数の中堅・中小企業のことである。インダストリー4.0と関連の深いオートメーション/インターフェイス技術分野の「隠れたチャンピオン」8社を紹介する。企業概要・基礎データ、インダストリー4.0の戦略・取り組み、最近の動向(ハノーファーメッセでの展示内容など)について要点をまとめた。

### 【第6章：特許・法律動向】

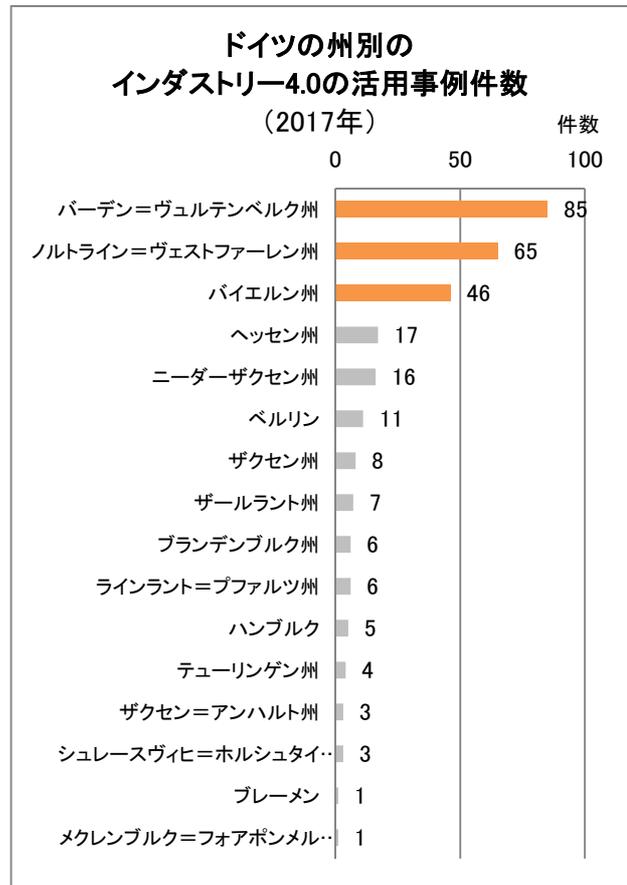
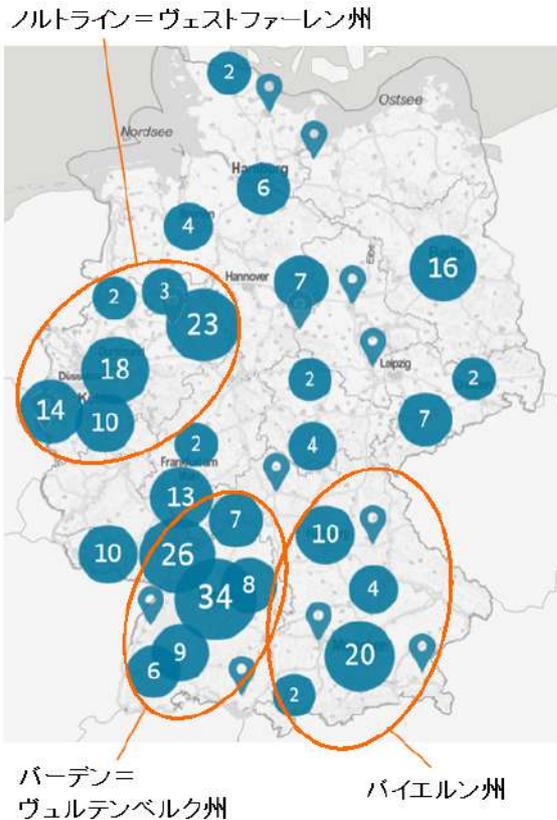
製造業のデジタル化は特許や法律分野にも様々な影響をもたらす。「スマホ特許戦争」を上回る「IoT特許戦争」が将来的に起こる可能性が指摘されている。特許戦争を引き起こす要因を分析し、IoT特許訴訟の潜在的リスクについてドイツの複数の弁護士・弁理士の見解を整理してまとめた。標準必須特許(SEP)に起因するリスク、サプライチェーン全体が巻き込まれるリスク、インターネットで結ばれた生産システムの国境を越える訴訟リスクについて説明する。また、ドイツにおける「IoT特許バトル」の可能性についても言及。インダストリー4.0やIoT分野の特許の国際比較も示す。

最後に、インダストリー4.0やIoTに関する法的問題を取り上げる。デジタル化の影響を受ける法律分野を特定し、現状や課題、ドイツの弁護士の見解を記す。特に、「データの所有権」、「データ保護」、「データセキュリティ」、「法的責任」、「契約法」への影響を調査した。さらに、インダストリー4.0の法的問題に対するドイツ政府や業界団体の最近の取り組みを3件紹介。インダストリー4.0の戦略企画に法務部が携わっている企業の割合もデータで示す。

### 【Part 1(別冊)】

Part 1では、インダストリー4.0/IoTの市場動向、ユーザー動向(ドイツ企業における活用状況・計画)について、当地の業界団体、研究機関、調査会社など多彩なソースから収集した資料・データを整理してまとめた。さらに、影響力の大きいソーシャルメディアであるツイッター(ドイツ語のみ)を解析し、同言語圏におけるインダストリー4.0/IoTの注目度の変化、キーワード、話題、オピニオンリーダーを調べた。

図 6: インダストリー4.0の活用が盛んな地域(ドイツ)



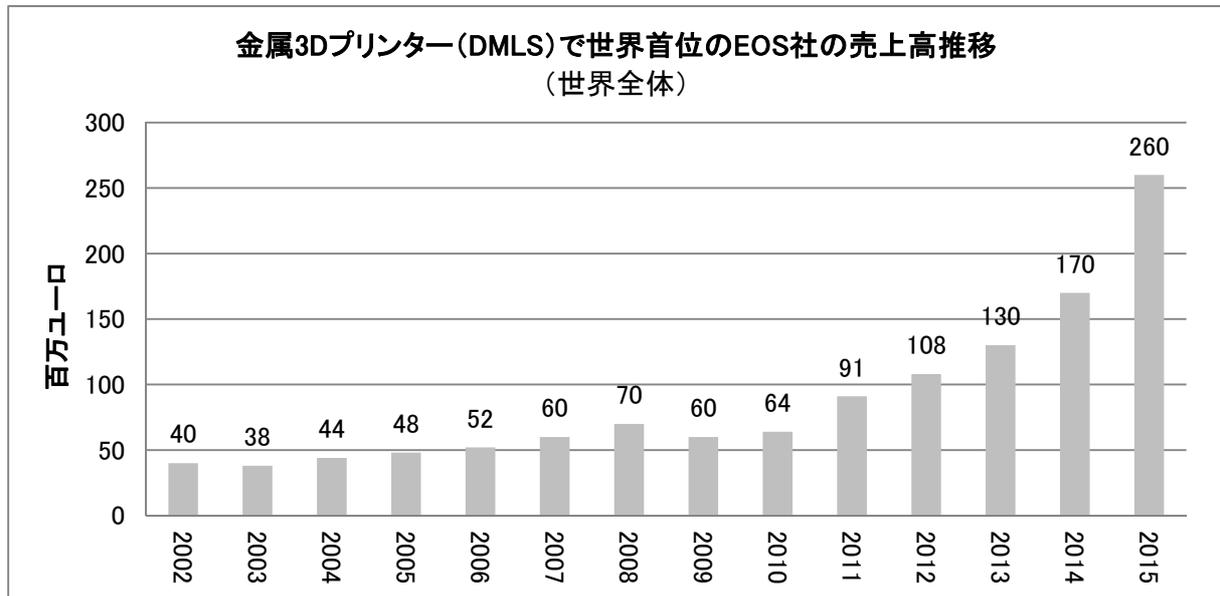
出所: Plattform Industrie 4.0

## ■ デジタルトランスフォーメーションの戦略拠点

ドイツ経済エネルギー省は2016年11月、5つのデジタルトランスフォーメーションの中心地「Digital Hub (デジタル・ハブ)」を定めた。2017年4月に7都市を追加したため、現在、計12の「デジタル・ハブ」が存在する。首都ベルリンはベンチャー企業を中心地としても知られる。

- 【ベルリン】 モノのインターネット(IoT)、フィンテック(金融サービスのデジタル化)
- 【フランクフルト/ダルムシュタット】 フィンテック(金融サービスのデジタル化)、サイバーセキュリティ
- 【ハンブルク】 物流のデジタル化
- 【ミュンヘン】 モビリティ・自動車産業のデジタル化
- 【ドルトムント】 物流のデジタル化
- 【ケルン】 保険テック(保険サービスのデジタル化)
- 【ドレスデン/ライプツィヒ】 スマート・システム、スマート・インフラ

図 38: EOS 社の売上高推移(世界全体)



出所:EOS 社のプレスリリース

### ■ 付加製造サービス FIT: 世界初の 3D プリントに特化した工場

付加製造のサービス企業 FIT 社は2017年4月、世界初の付加製造に特化した工場の落成式を行った。FIT グループは付加製造分野のテクノロジーリーダーで、3D プリント技術を用いた試作品や特注品の製造からマスカスタマイゼーションまで請け負っている。自動車、航空機、機械、医療機器メーカーの顧客が多いという。同社は1995年の設立で、従業員数は250人。2016年の売上高は前年比40%増の2400万ユーロ。

### ■ 自動車メーカーのアウディ: 3D プリントの研究教育センター新設

独自自動車メーカーのアウディは2017年1月、本社所在地のインゴルシュタットに付加製造の研究教育センターを新設。付加製造の材料や生産プロセスについて経験値を積むことが目的。独 EOS 社と提携しており、EOS のコンサルティング部門 Additive Minds が同センターの立ち上げをサポートする。EOS 社は付加製造のシステムを納品するだけでなく、産業用3D プリント技術の活用・アプリケーションの開発、企業内のノウハウ構築、(アウディのエンジニアを付加製造の専門家にするための)研修でも支援する。アウディ側では、工具製作と鋳造の2部署が中心となる。まずは、工具・試作品の作製やレーシングカー分野で付加製造を活用するという。

### ■ 企業ソフト大手 SAP: 3D プリントを用いた分散製造を推進

企業ソフト大手 SAP は、「SAP 分散製造 (Distributed Manufacturing)」のアプリケーションソフトを開発中で、「アーリーアクセスプログラム」には30社以上の企業が参加している。(※ アーリーアクセスプログラムとは、開発中のため公開されていない製品や技術などを、顧客企業や希望者に提供して使用してもらう制度のこと)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンプルでは伏せさせていただきます</li> <li>サンプルでは伏せさせていただきます</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンプルでは伏せさせていただきます</li> </ul>
<b>インダストリー4.0 に対する取り組み</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンプルでは伏せさせていただきます</li> </ul>
<b>インダストリー4.0 に関する組織への加盟</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンプルでは伏せさせていただきます</li> </ul>
<b>ホームページ</b>	サンプルでは伏せさせていただきます

## 5.5.8. ハーティング (Harting)

### ■ 産業用コネクタのメーカー

ハーティング・テクノロジーグループは工業用電気・電子部品やイーサネットスイッチなど産業機器に特化した企業で、工業用「耐環境」コネクタのリーディングカンパニーとして知られる。本社はノルトライン＝ヴェストファーレン州の Espelkamp (OWL 地方、人口 25,000 人) にある。完全な同族企業で、Dietmar Harting と Margrit Harting 夫妻、およびその子供の Philip Harting と Maresa Harting-Hertz が経営権を握る。



2015/16 年度の売上高は前年比 3.4% 増の 5.86 億ユーロ。売上の増加は、同社の産業用小型コンピューター「Harting Mica」やイーサネット・インターフェイス「Harting ix Industrial」に因るところが大きいという。売上高の地域別の内訳は(ドイツを除く)欧州・中東 34%、ドイツ 33%、アジア 22%、アメリカ 10% となっており、国外市場の売上高が 67% を占める。2016 年 6 月にメキシコに工場と販売事務所を開設し、現在、世界各地に計 53 の販売・製造拠点を有する。世界全体の従業員数は 4,300 人で、その中の 700 人はエンジニア・科学者。2016/2017 年度はこれまで最高の 5000 万ユーロの投資を計画しており、この大半が本社所在地に建設する「欧州物流センター (EDC)」に使われる。

エレクトロ・モビリティ分野の需要も伸びており、2016 年 11 月にはフォルクスワーゲンのサプライヤーに選ばれた。電気自動車の充電ケーブルと充電プラグを直接、フォルクスワーゲンに納入する。ハーティング社の自動車事業部には、ドイツの拠点の 80 人、ルーマニアの製造拠点の 350 人が所属する。

独コンサルティング会社 BIESALSKI & COMPANY による「隠れたチャンピオンのブランド力ランキング (2015 年)」にて 26 位、独有力経済誌 WirtschaftsWoche による「隠れたチャンピオンの成長力ランキング (2015 年)」にて 69 位と、隠れたチャンピオン企業(グローバルトップニッチ)として認知されている。

## ■ インダストリー4.0の戦略

### 【産業用小型コンピューター Harting Mica】

2016年のハノーファー・メッセで、ハーティング社の産業用小型コンピューター「Harting Mica」が世界的に著名な産業分野のイノベーション賞「Hermes Award」を受賞し、大きな注目を集めた。Micaはオープンなハードウェアとソフトウェアから成る、組み立てユニットのプラットフォームで、低コストで容易に様々な産業分野の用途に適合することができる。インダストリー4.0の要である機械のデータの把握・保存・分析にも適している。2017年のハノーファー・メッセでは、**エネルギー管理、状況監視、予知保全など Micaの具体的な活用事例**を提示。エネルギー管理の活用分野ではレトロフィットに重点を置き、現在使用している旧型の機械をデジタル化した製造システムに統合する方法を示した。ハーティング社は自社工場でもMicaを使用しており、例えばMicaを介して旧型の射出成型機をMES/SAPシステムに接続したり、RFIDリーダーとして用いたりしている。

### 【エコシステム MICA.network】

2016年のハノーファー・メッセに際して、Micaの活用を推進するネットワーク「MICA.network」を立ち上げた。ドイツ、オーストリア、スイスのITシステムインテグレーター、ハードやソフトの開発・販売会社、産業用IoTのソリューション提供会社など、20数社が加盟する。MICA.networkは**25の具体的な活用事例を創出し**、その中の幾つかを2017年のハノーファー・メッセで発表。MICA.networkはドイツ語圏以外の企業にも門戸を開くことにし、現在、10社が受け入れの段階にあるという。1年前に著名なイノベーション賞「Hermes Award」を受賞して注目を集めたことで、**IBM、マイクロソフト、DEKRA(ドイツの医療機器認証・防爆認証サービス大手)など著名企業との共同プロジェクト**にも発展した。同社ではMicaの成功のレシピはこのエコシステム「MICA.network」にあるとみている。2016年のMicaの販売台数は数百台であったが、2017年は4桁台になる見込みで、利益が出ると予想している。

### 【様々な組織や大学との連携】

ハーティング社はデジタル化分野で、今後も様々なパートナーと緊密に連携していく方針。「Plattform Industrie 4.0」、「It's OWL」、「smartFactory KL」、「Zukunftsallianz Maschinenbau」、「Industrial Internet Consortium」などのインダストリー4.0の組織に加盟しており、ドイツと米国の4つの大学とも提携を結んでいる。同社は産業用小型コンピューターなどのインダストリー4.0に活用できる製品だけではなく、その活用方法(システムの構築やアプリケーション)まで提案している。

- **自社のスマートファクトリー:** オンラインショップでのコネクタの受注から、SAPシステムでのデータ処理、自社のスマートファクトリーにおける生産までのプロセスを完全自動化したソリューション「HARTING Integrated Industry 4 You (HAI4YOU)」を開発。
- **先端プロジェクト:** 先端クラスター「It's OWL」の枠組みの中で、「フレキシブルなオートメーション(少量のカスタム製品の生産自動化)」を実現するためのハードウェアやソフトウェアを開発している。

表 23: ハーティング社の企業概要

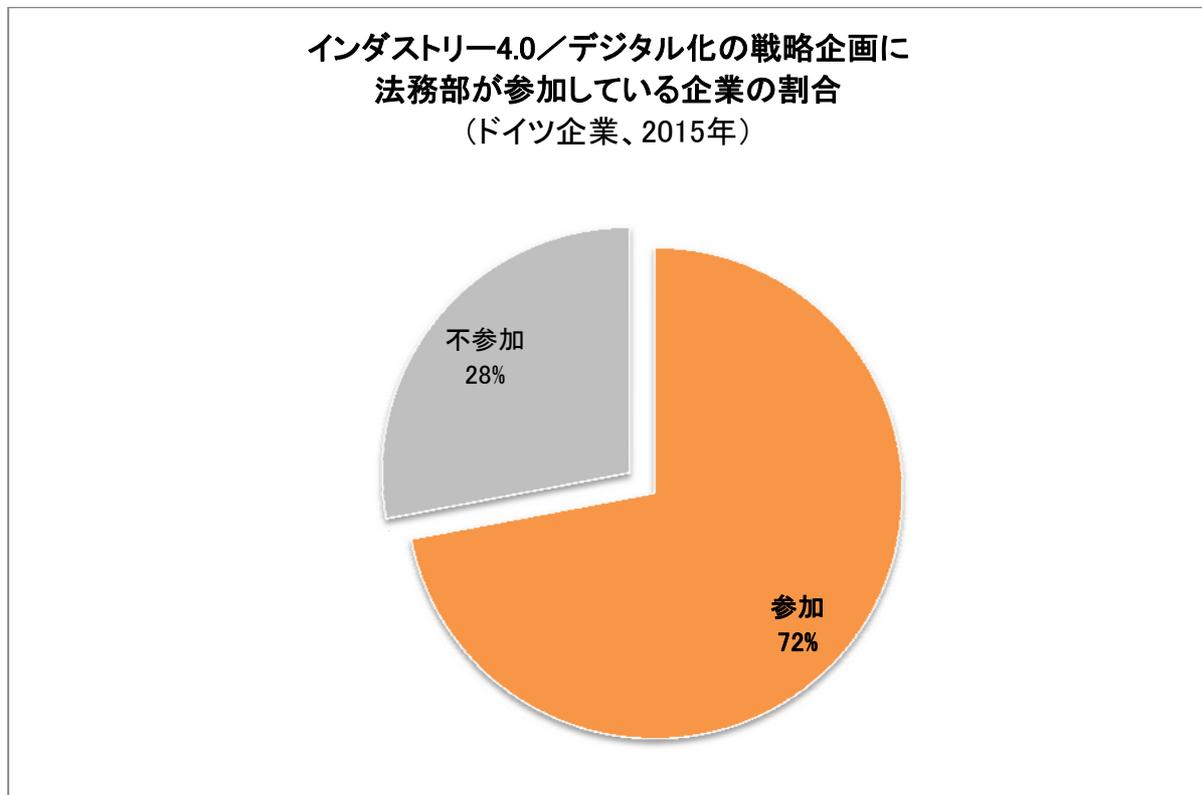
会社名	Harting AG & Co.KG
設立	1945 年
本社所在地	Espelkamp (ノルトライン＝ヴェストファーレン州、OWL 地方)
代表者	<ul style="list-style-type: none"> <li>Philip F. W. Harting (執行役会の会長)</li> <li>Maresa Harting-Hertz (執行役)</li> <li>Dietmar Harting (執行役)</li> <li>Margrit Harting (上席副社長)</li> </ul>
従業員数	4,286 人 (2016 年 9 月末)
売上高	5.86 億ユーロ (2015/2016 年度)
世界展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>世界 53 カ国に販売・製造拠点</li> </ul>
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業用コネクタ</li> <li>イーサネットスイッチ</li> <li>I/Oコネクタ</li> <li>ケーブル</li> <li>その他の工業用電気・電子部品</li> </ul>
インダストリー4.0 に対する取り組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>【インダストリー4.0 対応の製品】 自社の産業用小型コンピューター「Harting Mica」を状態監視・予知保全などに利用するソリューションを提案</li> <li>【エコシステムの構築】 「Harting Mica」のインダストリー4.0 分野の活用を推進するネットワーク「MICA.network」を立ち上げた</li> <li>【自社のスマートファクトリー】 オンラインショップでのコネクタの受注から、SAP システムでのデータ処理、生産までの過程を完全に自動化するソリューション (HARTING Integrated Industry 4 You)を開発・実現</li> <li>【先端プロジェクト】 「柔軟なオートメーション(少量のカスタム製品の生産自動化)」を実現するためにハードやソフトを開発している</li> </ul>
インダストリー4.0 に関する組織への加盟	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plattform Industrie 4.0</li> <li>It's OWL(理事)</li> <li>Smart FactoryKL(理事)</li> <li>Zukunftsallianz Maschinenbau など</li> </ul>
ホームページ	<a href="http://www.harting.de">www.harting.de</a>

### 6.3. インダストリー4.0/IoT に関する法的問題

#### ■ 7割の大企業で、法務部がインダストリー4.0に関与

製造業のデジタル化は法律分野にも様々な課題をもたらす。ドイツ産業連盟 (BDI) は「インダストリー4.0 – デジタル化にともなう法的課題」のレポートの中で、「デジタル化戦略の企画やそれに対応した製品・ビジネスモデルの開発の際に、企業は早い段階から法務部に助言を求める必要がある」としている。同レポートによると、ドイツの7割の大企業ではインダストリー4.0の戦略企画に法務部が参加している。特に、「今後5年以内にデジタル化が自社のビジネスモデルに大きな影響をもたらす」と考えている企業では、この割合が大きいという。

図 53: インダストリー4.0の戦略企画に法務部が参加している企業の割合(ドイツ)



調査対象:ドイツの主要企業(91社)

出所:BDI/Noerr

#### ■ データに関する法律がトップテーマ

ドイツ産業連盟 (BDI) は同国の主要企業の法務部を対象としたアンケート調査で、「貴社では、デジタル化によりどの法律分野が影響を受けていますか?」と設問。次ページの図 54 に示す通り、「データ保護」、「ITセキュリティ」、「個人情報に含まれない(機械が生成する)データの所有権」といった、データに関する法律が上位を占める。「契約法」、「責任法」、「知的財産権」も重要視しているが、労働法、競争法、独占禁止法は差当り大きな問題ではないとみている。