

インダストリー 4.0 に関する研究－ネットワーク政策の観点を中心に

劉 柏立 *

1 はじめに

第四の産業革命に対応しようとして、ドイツの連邦教育研究省は2012年10月に「Project of the Future : Industry 4.0」を発表し、ドイツの中小企業の技術力と競争力を更に発展させて、世界へ展開することに取り組んでいる。一方、台湾の行政院（内閣府に相当する）においても、2015年6月に「生産力 4.0 に関する科学技術発展の戦略会議」を開催し、これからはAIロボット、モノのインターネット、ビッグデータ分析という三つの科学技術を主軸にして、3C、工作機械、金属加工、食品、医療、物流、農業という七つの応用分野においてスマートファクトリーやスマートアプリケーションの推進に取り組み、産業の付加価値と生産力を高めることをもって、成長の動力源だと位置づけるというような結論がまとめられて、台湾版のインダストリー 4.0 政策（生産力 4.0 政策）が確立されることになる。本論文はネットワーク政策の観点からインダストリー 4.0 の政策的な意味合いを考察し、台湾の生産力 4.0 政策の推進に直面する課題を検討する。

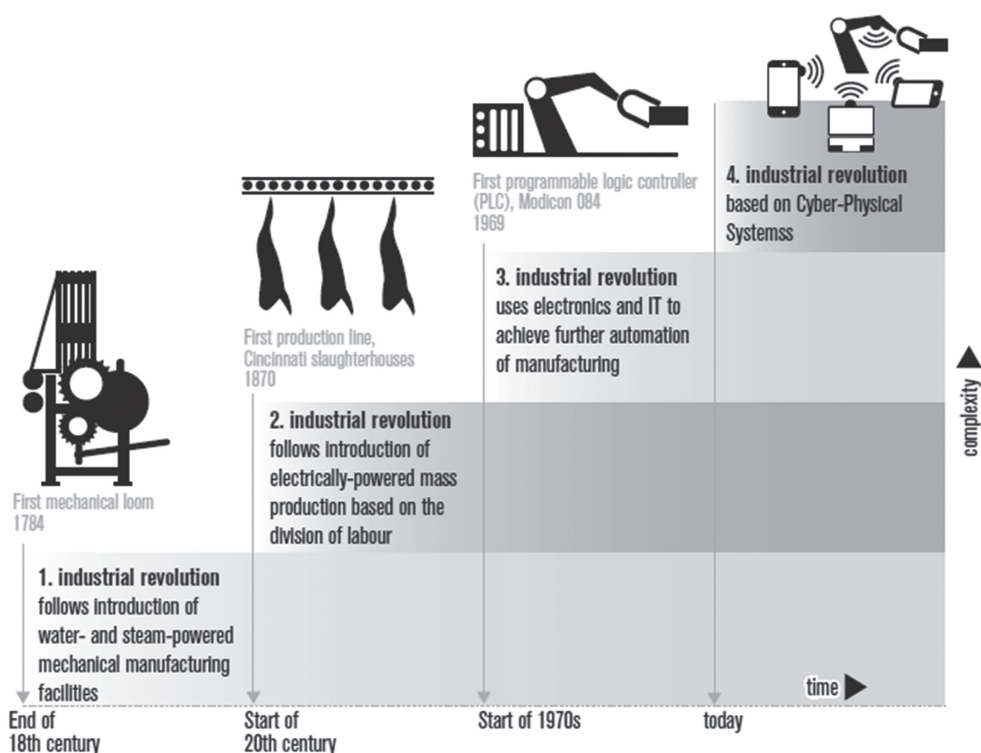
2 インダストリー 4.0 の政策的な意味合い

ドイツの連邦教育研究省（Federal Ministry of Education and Research、BMBF）は2012年10月に「未来のプロジェクト：インダストリー 4.0（Project of the Future : Industry 4.0、以下インダストリー 4.0 と略す）」を発表してから、引き続き翌2013年4月に「Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0（インダストリー 4.0 の実施戦略に関する勧告）」を発表し、インダストリー 4.0 の実施にかかわるヴィジョン、戦略そして具体的な取り組みを提示した。そのインダストリー 4.0 の政策的な意味合いを次のように分析する。

まず、インダストリー 4.0 とは、新しい生産方式を標榜し、蒸気機関、電力、オートメーションに続く「第4の産業革命」と名付けて、政府と産業界と学界を一体にして共に推進する技術開発のプロジェクトである。Acatech（2013）によれば、第1の産業革命は、18世紀から19世紀にイギリスで始まった蒸気機関や水力機関が中心であり、繊維業の生産性を飛躍的に高めた。第2の産業革命は、

* 本学社会システム研究所 客員教授、台湾経済研究院東京事務所 所長

図 1 産業革命の 4 段階



出所: Acatech、Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0、2013、p13 より引用。

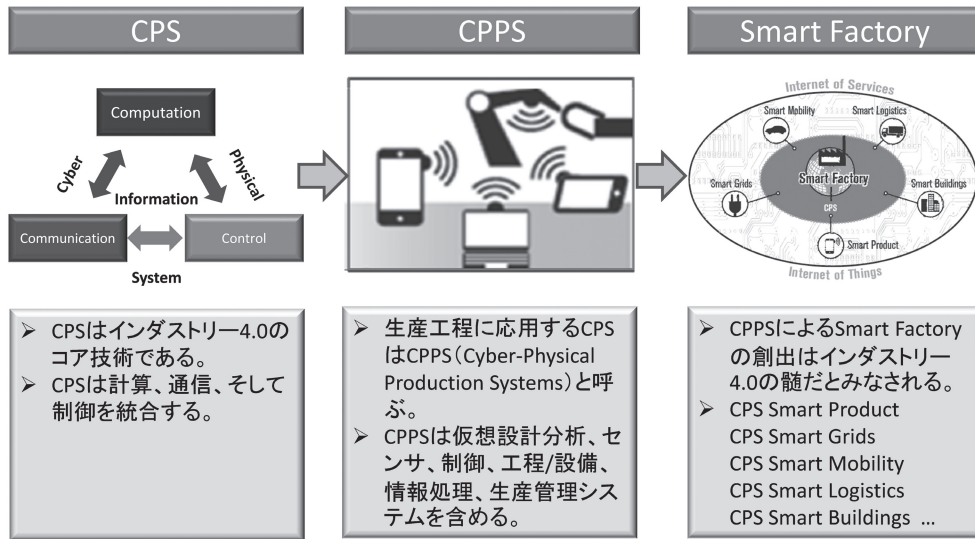
20 世紀初頭に始まった電力を使った労働集約型の大量生産方式の導入である。第 3 の産業革命は、1970 年代に始まったエレクトリックと IT（情報技術）の導入による生産工程の部分的な自動化である。そして第 4 の産業革命は IT より ICT（情報通信技術）へのパラダイムシフトで、とりわけ IP 技術¹⁾であるブロードバンドが普及しつつある昨今（大まかに 2000 年以降）、サイバー・フィジカル・システム（Cyber-Physical Systems、以下 CPS と略す）をベースにして展開されてきた²⁾。

言い換えれば、インダストリー 4.0 とは第 4 次産業革命を意味することで、CPS をベースにしてバーチャル空間（ICT）と物理的な現実世界の製造技術を融合させてインテリジェント・オブジェクトのコミュニケーションおよび相互作用を可能にするネットワーク

で構成された世界をつくり、スマートファクトリー（smart factory）とスマートプロダクト（smart product）を実現することができる。スマートファクトリーの実現で、次のように大きな可能性が潜んでいる³⁾。

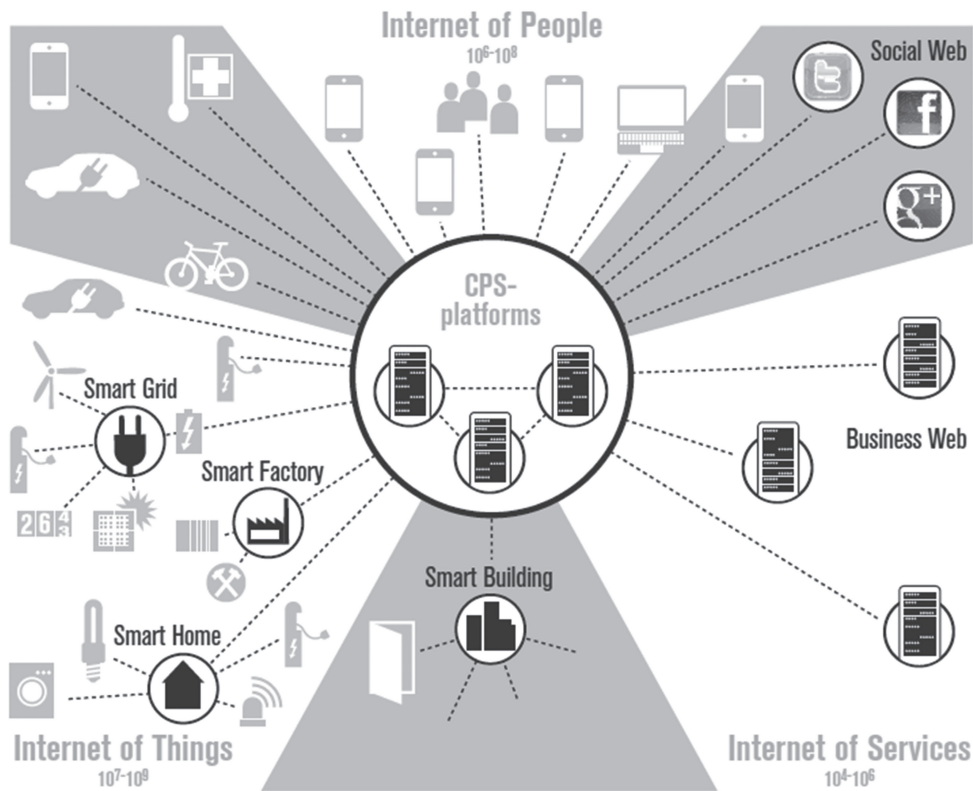
- Meeting individual customer requirements
- Flexibility
- Optimised decision-taking
- Resource productivity and efficiency
- Creating value opportunities through new services
- Responding to demographic change in the workplace
- Work-Life-Balance
- A high-wage economy that is still competitive

図2 インダストリー 4.0 のビジョン



出所: Acatech、Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0、2013、p19 より作成。

図3 CPS の利活用分野のイメージ



出所: Acatech、Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0、2013、p24 より引用。

この CPS を進化させ、インテリジェント監視システムや自律システムの開発を推進し、インターネットを経由して工場内外のモノ (Internet of Things、IoT) と連携することで新しい価値やビジネスモデルの実現を目指すことが、インダストリー 4.0 の政策的な狙いである。

図 2 に示すように、インダストリー 4.0 のビジョンは、端的に言えば生産工程に応用する CPS の開発を通じてスマートファクトリーの実現だということである。CPS は生産工程に応用する場合、工業 CPS 又はサイバー・フィジカル生産システム (Cyber-Physical-Production-System、CPPS) と呼ぶ。CPS のような ICT 技術は、あらゆる分野の需要に応えられるイノベーションモーターとして位置付けられている。

生産工程に応用する CPS である CPPS によるスマートファクトリーの創出はインダストリー 4.0 の髄だと考えられる。CPS の活用推進に伴って、将来想定される分野には、図 3 に示す通り、スマートプロダクトのほかに、スマートグリッド (Smart Grids)、スマート

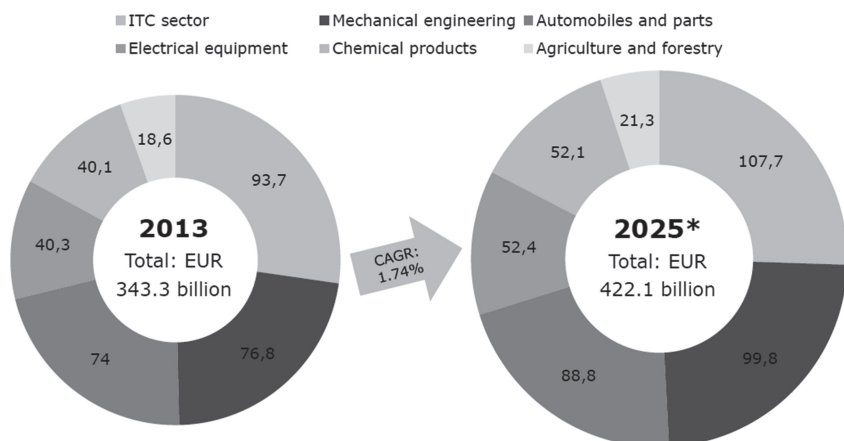
モビリティ (Smart Mobility)、スマートロジスティック (Smart Logistics)、スマートビルディング (Smart Buildings) などがあげられる⁴⁾。

ドイツのインダストリー 4.0 では、生産と物流システムに適した CPPS の開発のため、機械工学と設備工学の強みを、自動化技術および情報工学の能力と統合することを中期的な目標とする。なお、バーチャルに計画される生産工程と現実の生産工程の組み合わせ、モジュール化された CPS と対応するコンポーネント開発を長期的に行うことにする。

要するに、ドイツはこのような革命的变化を、インダストリー 4.0 をもって主導することによって、自国の製造業と産業競争力を一段と強化し、高い賃金である自国内に製造基盤を確保し、輸出力をさらに強化していくことがその狙いである。

そこで、インダストリー 4.0 の推進には、CPS の活用促進によるリーディングマーケットとサプライヤー (leading market and supplier)、つまり市場のリーダーと主導的サプライヤーという二つの戦略 (Dual-Strategy) が立てられる。前者は競争力のある産業拠点とし

図 4 インダストリー 4.0 による経済価値創造



出所：Asha-Maria Sharma, Industrie 4.0 - Business Opportunities in Germany, 10th Japan Germany Industry Forum 2014, Tokyo, 2014、p11 より引用。

て付加価値の高い製品をドイツで生産し、輸出することである。そして後者は工作機械、製造に必要なモジュールを輸出し、世界の工場の製造技術を主導しようとする⁵⁾。

ちなみに、インダストリー 4.0 の推進による経済付加価値については、図 4 に示すように、2013 年現在ドイツの主要分野の経済付加価値は 3,433 億ユーロで、2025 年には 4,221 億ユーロに達して、788 億ユーロ増となり、CAGR（年平均成長率）は 1.74%だと予測され、とりわけ ICT、機械、自動車産業分野の成長が顕著である⁶⁾。

3 インダストリー 4.0 のコアコンセプト

前述のように、インダストリー 4.0 が目指しているのは、カスタマイズ製品を機械が自動で生産できる「スマートファクトリー」の実現である。そのコア技術である CPS は製造装置などのモノづくりの技術と、ビッグデータや IoT などの ICT を組み合わせることで、斬新なモノづくりの姿を作り上げる。そのスマートファクトリーを実現するに

は、IoT とネットワークを活用するサービス（Internet of Services、以下 IoS と略す）というコアコンセプトが重要である。つまり、ネットワークよりモノの連結とサービスの提供という概念である。

図 5 に示すように通信形態には H2H から、H2M へ、さらに M2M へというような三つの発展段階があると指摘される⁷⁾。第 1 段階は、従来の加入電話網（Public Switched Telephone Networks、PSTN）を経由して、人（Human）と人（Human）が電話機で音声通信する形態である。第 2 段階は、インターネット（つまり IP ネットワーク）のようにパソコンを操作する人（Human）がサーバ（機械：Machine）とデータ通信する形態である。そして、第 3 段階というのは、人を介在させないで、例えばセンサーネットワーク⁸⁾などによって、「スマートメーター」などの機械（Machine）と、家庭のエネルギー管理システム（Home Energy Management System、HEMS）などの機械（Machine）を直接通信させる形態で、一般的に M2M と呼んでいる。

図 5 通信形態：M2M 通信への発展

発展段階	通信形態	備考
第 1 段階 (人と人)		電話網における人 (H) と人 (H) の音声通信の例
第 2 段階 (人と機械)		インターネットにおけるパソコン (人) とサーバ (機械) 間の通信 (データ情報) の例
第 3 段階 (機械と機械)		スマートグリッドにおける (センサーネットワークによる) スマートメーター (機械) と HEMS (機械) の通信 (データ情報) の例

出所: IT Leaders、「M2M」とは何か―新国際標準組織「oneM2M」の全体像とロードマップ、2014/03/07、<http://it.impressbm.co.jp/articles/-/11087> より引用。

表1 M2M と IoT の違い

M2M (Machine to Machine)	IoT (Internet of Things)
1. 必ずしもヒトの対応を必要としないモノ同士の通信基盤 2. スマートグリッド、健康／医療、モビリティ等の分野で先行的に標準化が進行し、ユビキタス社会基盤を創成	1. 多数の、ヒトを含むモノの状況を瞬時に把握することが可能となる 2. それらの情報の活用・組み合わせによる新しいシステムやサービスが実現

出所：IT Leaders、「M2M」とは何か―新国際標準組織「oneM2M」の全体像とロードマップ、2014より引用。

M2M は、機械の側から見て、まったく機械と機械が自動的に情報をやり取りするシステムの全体を表しているのに対する一方、モノのインターネット (Internet of Things、IoT) は、人の側から見て、情報を受け取る人へのサービスも含めた概念ととらえることができる。M2M と IoT を比較して、表 1 に示すように、IoT は、専ら M2M より、人を含む幅広い概念だと理解してよいであろう。

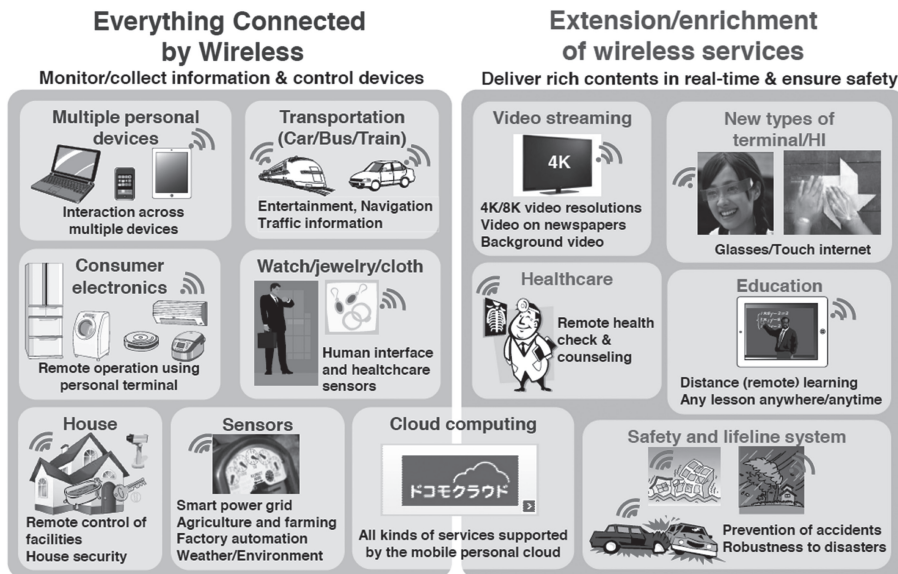
さて、これまでの産業革命は、技術のイノベーションがもたらす恩恵である。前述したように、蒸気機関というような動力の技術革新が第 1 の産業革命を、電力の技術革新が第 2 の産業革命を、そして情報の技術革新が第 3 の産業革命を、さらにインダストリー 4.0 を実現する CPS の技術革新が第 4 の産業革命をもたらす。

ネットワークの観点からみれば、CPS 技術は実にネットワークの技術に該当する。というのは、インダストリー 4.0 は、第 4 の産業革命を意味することから、それを実現するために、生産工程に応用する CPS である CPPS

によるスマートファクトリーの創出が不可欠である。そして、そのスマートファクトリーを実現するには、IoT と IoS がキーポイントとなり、いずれもネットワークにかかわる技術的コンセプトであるからであり、こういう意味から、ネットワーク、とりわけブロードバンドこそが、第 4 の産業革命につながる技術革新の中核的な基盤だといっても差し支えないであろう。

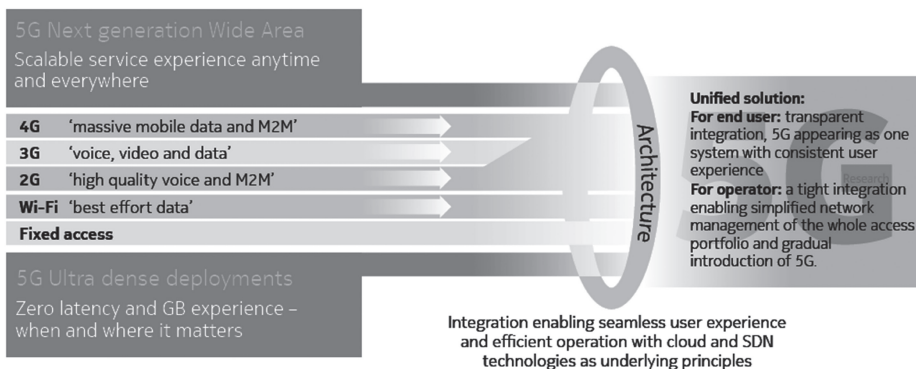
そもそもブロードバンドには、固定網と移動網という二つの技術に大別できる。FMC (Fixed Mobile Convergence) の技術革新によって、従来の固定網と移動網は収束されるようになる。また、2020 年に実現を目指す第五世代移動通信技術 (5th generation mobile networks、5G) は、2013 年以降、世界の各地域において 5G 関連の推進体制が組織化され、5G のビジョンに関する国際的議論が活発化してきた⁹⁾。例えば、NTT docomo は将来 5G 技術の利活用シーンを図 6 に示している。それは実に IoT と IoS の利活用の概念が含まれていることが明らかであろう。

図 6 5G 技術利用の概念図



出所：Takehiro Nakamura, NTT DOCOMO's Views on 5G Toward 2020 and Beyond, 2014、p3 より引用。

図 7 5G のアーキテクチャ概念図



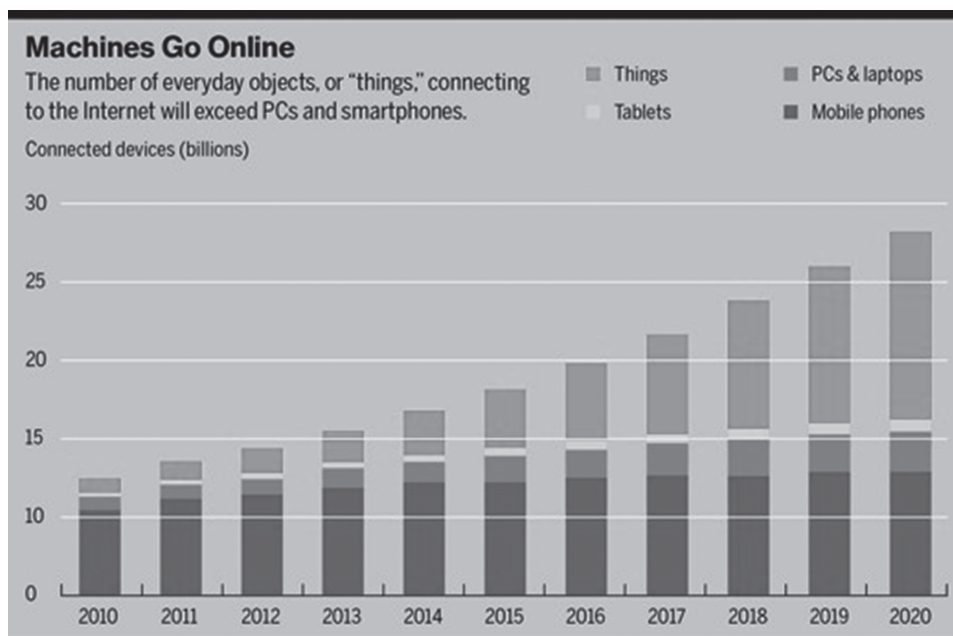
出所：NOKIA, Nokia Networks white paper - 5G Radio Access System Design Aspects, 2015, p15 引用。

なお、図 7 に示す 5G のアーキテクチャから分かるように、5G という技術は、従来の 2G、3G、4G というようなリニア的な技術開発ではなくて、むしろ従来の通信技術の融合にソリューションを提供する技術開発であるということから、将来の通信ネットワークは、いわばシームレスのユビキタス社会の実現となる。それに、センサー技術はこういうようなユビキタス社会の実現に伴って、IoT と IoS

は必然的にグローバル的なトレンドとなる。

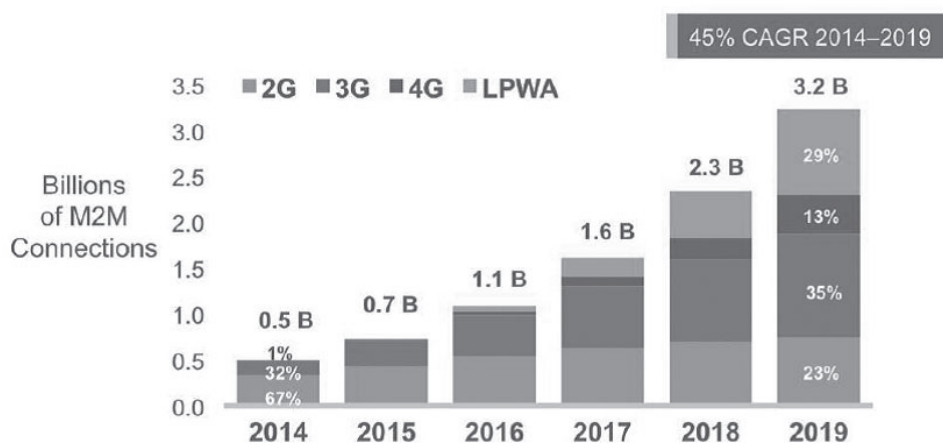
Gartner の予測によれば、2015 年に世界規模でネットワークに連結するモノ（connected things）が 49 億だといい、前年比で 30% 成長する。2020 年には 250 億に達して、2015 年の 5 倍となるといわれる¹⁰⁾。なお、MIT Technology Review によれば、2020 年には、ネットワークに連結するモノの数量が、PC とスマートフォンを超えると見込まれる（図 8 参照）。

図8 ネットワークに連結するモノの推移



出所：Regalado、MIT Technology Review Business Report、2014 より引用。

図9 Global Machine-to-Machine Growth and Migration from 2G to 3G and 4G



出所：Cisco、Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2014–2019、2015、p14 より引用。

IoT については、ブロードバンドの普及に伴って、とりわけ世界規模で LTE (3.9G) のユーザー数が素早く成長していくことから¹¹⁾、企業はいかにブロードバンドの基盤でさらな

る付加価値を創出するかということにますます関心を寄せるようになる。

ネットワークの観点からみれば、データはパケット交換 (packet-switched) 方式で伝送

される。IP の世界では、トラフィック量を多く持っていれば持つほど、相対的な優位をとるということから、いかにブロードバンドを活かして新しいサービスやビジネスモデル（例えば Google や Facebook など）を作り出すかは、そのトラフィック量を拡大する重要な方法の一つであろう。Cisco は、モバイルブロードバンド技術の普及を背景に、M2M はポテンシャルに富む重要なアプリケーションだと指摘する（図 9 参照）。言い換えれば、いかにブロードバンドの基盤で、IoT や IoS 等の革新的なサービスを作り出して経済付加価値を高めることは、経済成長の意味から、極めて重要な戦略的発想であると言えよう。

前述したように、インダストリー 4.0 のコアコンセプトは、IoT と IoS を生産工程に応用することにある。ドイツ政府はインダストリー 4.0 を国家産業戦略として位置づけ、製造業における雇用者数が 20% に達すること、GDP に対する寄与度が 22% に達すること、そして 82% の製品が輸出されるというような目標¹²⁾ が設定された戦略的なプロジェクトであるだけに、産官学を一体にしてそれなりの技術開発、標準制定、人材育成ないし法制度の整備に取り組み、グローバルな競争優位の確保を図っている。しかし、インダストリー 4.0 の実施に移すには、必ずしも順調に展開するはずではない。ここでドイツの産業構造と CPS 技術の実現という二点を挙げて分析してみる。

まずドイツの産業構造について、99% 以上は中小企業であること。ドイツの製造業の収益には、およそ 4 割くらいは中小企業によるものである。ヴァリューチェーンにおける垂直・水平統合及びネットワーク化の生産システムは大手企業と中小企業との協力が必要であるということから、中小企業にとって、

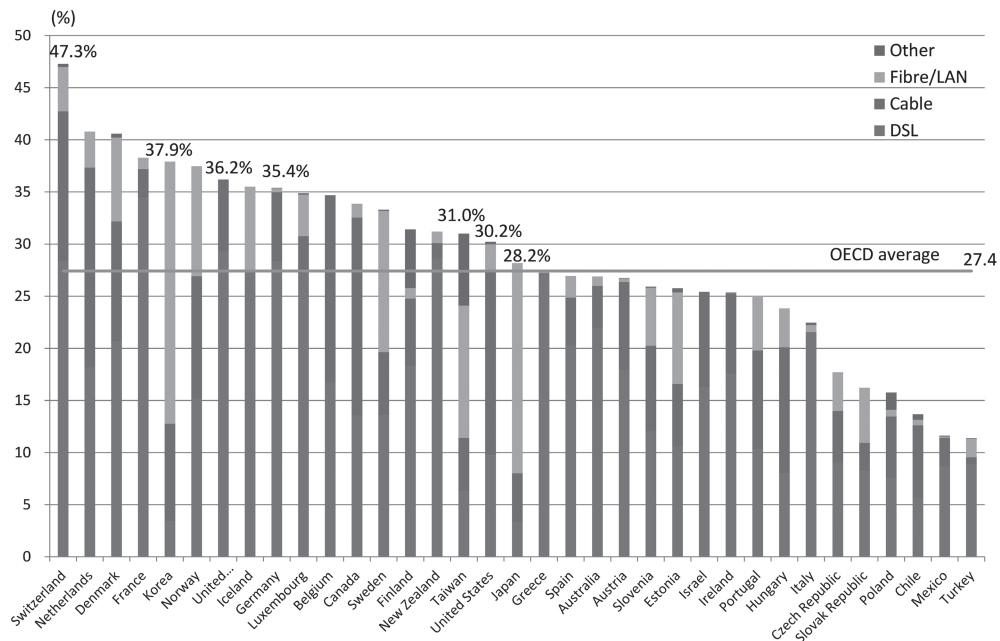
新しい生産モデル且つ地域を跨る生産ヴァリューチェーンの導入はまさに新たなチャレンジであろう。

次に、CPS の実現について、それは健全なブロードバンドネットワークに基づいて、大量・高品質のデータ交換が伝送され、スマートファクトリーの目的を達成しなければならないということから、いかにブロードバンドネットワークの帯域と品質を確保することがまさにインダストリー 4.0 の実現におけるチャレンジの一つであろう。

もとより、ドイツは 2010 年に「ICT Strategy of the German Federal Government : Digital Germany 2015」という ICT 戦略が発表された。それは 50Mbps のブロードバンドネットワークを建設し、2014 年に全国人口の 3/4 のカバー率を目標として設定されている¹³⁾。しかしながら、ドイツの連邦ネットワーク庁（Federal Network Agency for Electricity, Gas, Telecommunication, Post and Railway : BNetzA）の年次報告書によれば、ドイツ全世界における 30Mbps 以上のブロードバンドネットワークのアクセス率は 15.7% しかとどまらない。

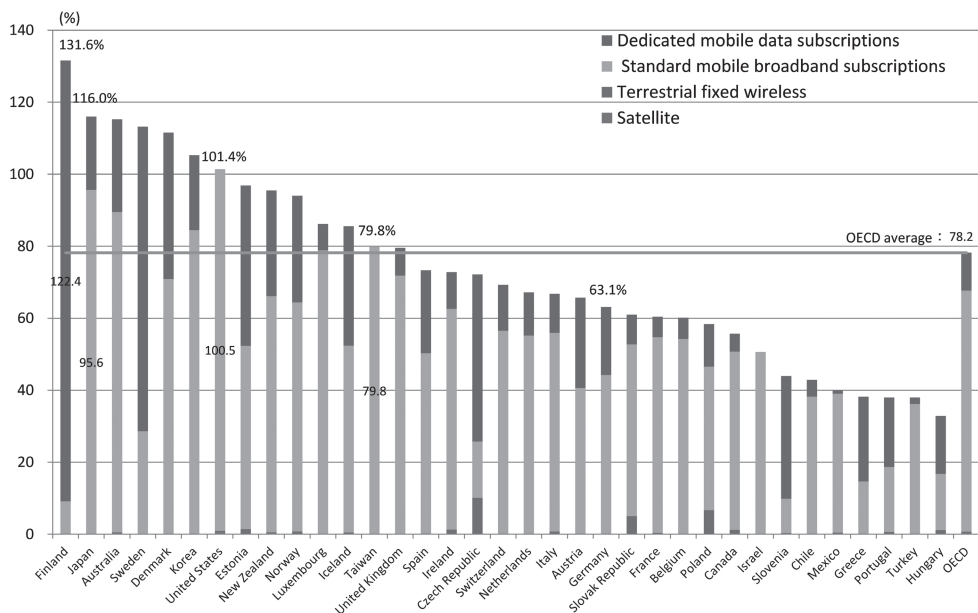
また、OECD の統計によれば、2014 年 6 月末現在、ドイツのワイヤブロードバンドのユーザー普及率は 35.4% だと、台湾や日本のそれを上回るが、ドイツの固定網ブロードバンドのユーザーの 8 割は、依然として DSL を利用することが分かる（図 10 をご参照）。そのため、連邦ネットワーク庁はメタル回線を利用する VDSL2 ベクタリング技術の導入を促進する方向を打ち出すことになった。なお、ワイヤレスブロードバンドのユーザー普及率は 63.1% だと、EU 平均の 78.23% を下回るということ分かる（図 11 参照）。

図 10 OECD+Taiwan ワイヤブロードバンドのユーザー普及率（2014 年 6 月末）



出所：OECD, OECD Fixed (wired) broadband subscriptions per 100 inhabitants, by technology, June 2014 より作成。

図 11 OECD+Taiwan ワイヤブロードバンドのユーザー普及率（2014 年 6 月末）



出所：OECD, OECD Terrestrial mobile wireless broadband subscriptions per 100 inhabitants, by technology, June 2014 より作成。

そのブロードバンドネットワークの整備現状に鑑みて、インダストリー 4.0 のワーキンググループは、ドイツ政府に対して、国内のブロードバンドネットワークの整備を至急に建設しなければ、インダストリー 4.0 の需要に対応しかねると提言した¹⁴⁾。そこで、ドイツ政府は 2015 年 6 月に 700MHz 帯及び 2016 年に有効期限満了となる 900MHz 帯と 1800MHz 帯の周波数オークションを行った。その 700MHz 帯の周波数は、放送デジタル化後、もともとテレビ放送に使われる帯域をモバイル通信に使われるようになり、ヨーロッパで最初に 700MHz 帯を通信事業者に割り当てた例である。

このような取り組みから分かるように、ドイツ政府は、インダストリー 4.0 を実施に移すためには、積極的に周波数再編を手段として、広い帯域幅を確保するうえ、ブロードバンドネットワークにおける新しいサービスやアプリケーションの需要に対応しようということが明らかであろう。

4 台湾における生産力 4.0 の取組と課題

グローバル化の影響で、自国の産業競争力を強化しようとするドイツのインダストリー 4.0 のほか、米国においては、2011 年にオバマ大統領が「先端製造パートナーシップ、(The Advanced Manufacturing Partnership、AMP) を発表した。AMP とは、要するに製造部門の雇用創出及び米国の国際競争力強化を可能にする新興技術への投資を、産業界・大学・連邦政府をあげて行っていくという国家的な産業戦略である¹⁵⁾。

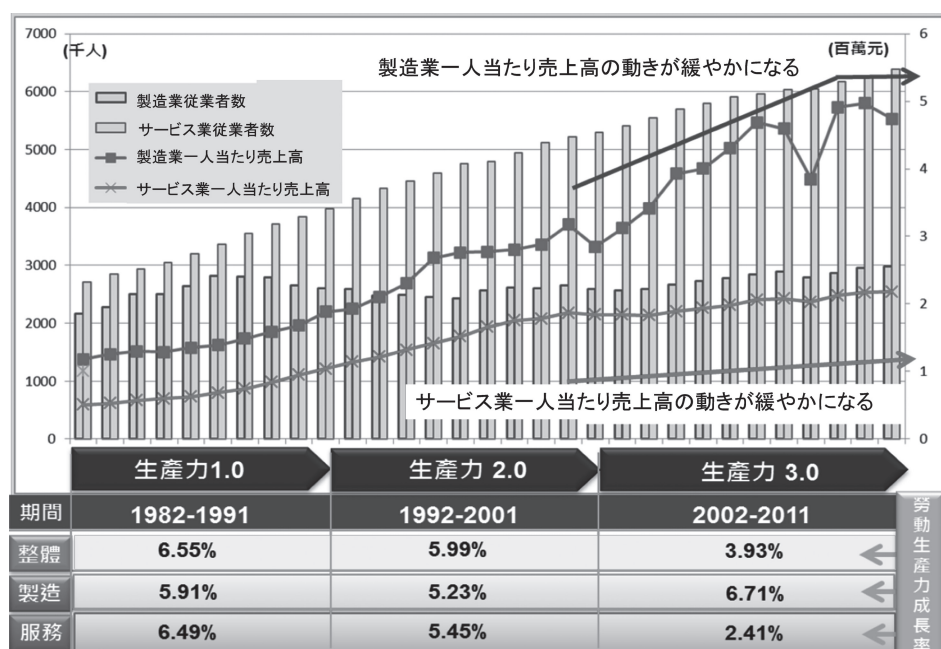
AMP に先立って連邦通信委員会 (Federal Communications Commission、FCC) は 2010 年に「国家ブロードバンド計画 (Connecting America : The National Broadband Plan、

NBP)」を国会に提出した。NBP とはオバマ大統領が唱える「すべての米国人に 21 世紀のブロードバンドへのアクセスを」という理念を実現すべく、経済刺激策として 2009 年 2 月に施行された米国再生・再投資法 (ARRA) の規定により策定されたものである¹⁶⁾。要するに国家競争力の確保のため、2020 年までにブロードバンド向けに新たに 500MHz を利用可能とすべきことを明示した。ネットワークエコシステムの観点から、M2M を端末レーアとして位置付けて、その新しいサービスやビジネスモデルの展開を図っている¹⁷⁾。言い換えれば、先端製造を実現する前に、とりあえずブロードバンドネットワークの帯域幅を確保するうえ、新しいサービスに対応する取り組みである。

台湾においては、2015 年 6 月に、「生産力 4.0 に関する科学技術発展の戦略会議」を開催し、これからは AI ロボット、モノのインターネット、ビッグデータ分析という三つの科学技術を主軸にして、3C、工作機械、金属加工、食品、医療、物流、農業という七つの応用分野においてスマートファクトリーやスマートアプリケーションの推進に取り組み、産業の付加価値と生産力を高めることをもって、成長の動力源だと位置づけるというような結論がまとめられて、台湾版のインダストリー 4.0 政策 (生産力 4.0 政策) が確立されることになる。

生産力 4.0 政策の目標は、2024 年を目途に、スマートファクトリーのトータルソリューションを発展し、製造業従業員一人当たりの生産高を 2014 年より 60% 増で、1,000 万台湾ドルへと¹⁸⁾、商業従業員一人当たりの売上高を 2014 年より 40% 増で、230 万台湾ドルへと高めることとされる¹⁹⁾。

図 12 台湾の従業員一人当たりの売上の推移



出所：經濟部工業局、製造業生産力推動策略、生産力 4.0 科技發展策略會議 2015/06 より引用。

台湾の製造業は図 12 に示すように、GDP の 3 割くらいを占めるが、近年全体の産業の売上が緩やかになり、一人当たりの売上が横ばいで、労働生産力が下がるということから、生産力 4.0 政策はドイツのインダストリー 4.0 と米国の AMP を参考にして立てられたものであるから、そのネットワークの意義合いが重要である。

そこで、台湾の生産力 4.0 政策を分析するには、ネットワークとエコシステムの概念がキーポイントとなる。例えば、前述の米国の NBP を例にしてみれば、端末、ネットワーク（ワイヤとワイヤレス）、そしてアプリケーション（コンテンツ）がブロードバンドのエコシステムを構成する三要素として位置付けられる²⁰⁾。

M2M は、ブロードバンドのエコシステムの端末レイヤーに属する。ネットワークの観点からみれば、生産力 4.0 政策について、端的

に言えば、いかにブロードバンドの基盤を活かして、新しい生産システムとサービスのイノベーションを実現し、そしてエコシステムやバリューチェーンの統合を通じて、さらなる付加価値を創出するということであろう。

ドイツのインダストリー 4.0 において、スマートファクトリーと産業のバリューチェーンの統合には、スタンダードの制定、生産工程の開発、従業員の教育訓練、法制度の整備等の分野の協調が必要となる。

台湾の製造業における中小企業の割合は、97.61%に達しており、GDP に対する中小企業売上の寄与度は 3 割に近くということから²¹⁾、ドイツの産業構造に似ている。そこで、企業間の産業バリューチェーンを統合するということは、台湾の中小企業もドイツと同じように、技術やノウハウを獲得すること、グローバルサプライチェーンにおける運営能力等の課題に直面している。

また、IoT や AI ロボットやビッグデータの利活用についても、ブロードバンド基盤が重要である。台湾のネットワーク整備度は、既に OECD の平均レベルを上回し、高速ブロードバンドのカバー率や普及率はいずれもドイツのそれを上回る²²⁾。但し、台湾ではブロードバンドにおける新しいサービスの提供はそれほど芳しくない。一言にいえば、法整備が遅れているということである。

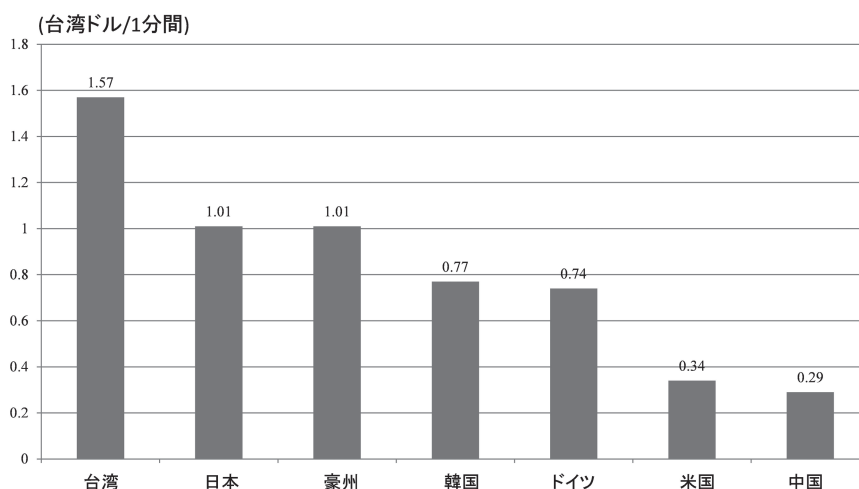
例えば、M2M を例にしてみれば、それを活かして、エネルギー管理、ヘルスケア、交通運輸、流通小売り等の分野が利用される。そのようなサービスの提供には電波資源が必要となるため、一般的に、MNO (Mobile Network Operator) 又は MVNO (Mobile Virtual Network Operator) が M2M のサービスを提供している。前述したように、米国の NBP では、M2M をネットワークの端末レイヤーと位置付けられ、ニッチマーケットに属する。GSMA の予測によれば、M2M のビジネスモ

デルは、IoS とシステムの統合だと指摘される²³⁾。

このようなサービスや市場の特徴から分かるように、電波有効利用の環境に恵まれる国こそ、その展開が有利であることが明らかであろう。しかし残念ながら、現在、台湾における M2M の発展はとても伸ばしづらい有様である。理由は次のように三点あげられる。

まず第一に周波数ライセンスの獲得コストが高いため、MNO はそのインフラ (電波資源) を MVNO に貸す意欲はないこと。次に、たとえ MNO はそのインフラを MVNO に貸す意欲があるとしても、現制度では、音声通信に限定されている。データ通信はまだ開放されていないからである。そして第三に、たとえデータ通信が開放されても、接続費がおそらく高い水準にあり、MVNO の利益を奪う恐れがあるから、M2M の発展にはまさに不利であることが明らかである。

図 13 主要国モバイル音声通信接続費の比較



注：1. 日本、韓国は 2013 年度、その他の国は 2014 年 5 月末現在。

2. レートは 2014 年 5 月末の各国の通貨水準により換算。

出所：劉柏立、行動寛頻業務發展趨勢與監理機制分析研究案、國家通訊傳播委員會委託研究、2014 年より引用。

5 結論

そもそもインターネットは汎用技術であるため、広い分野に利活用され、社会経済の生産性を高めることができる。本論文の分析で分かるように、インダストリー 4.0 の前提条件はブロードバンドネットワーク、とりわけワイヤレスブロードバンドネットワークの整備だということから、いかに周波数資源を確保し、それを有効利用することは、インダストリー 4.0 の成功にかかわるキープポイントである。

なお、IoT と IoS については、本論文で指摘したように、台湾ではネットワークの整備はドイツより進んだものの、接続費が高い水準にあり、しかも、MVNO によるデータ通信が提供できないという基盤面からみると、台湾の生産力 4.0 政策の実現に不利であることが明らかであろう。

台湾のネットワークの整備は「デジタルコンバージェンスプロジェクト」により、ネットワークの整備度や普及率が進んでいるにもかかわらず、IoT、IoS、ビッグデータ等の新しいサービスの開発には、法的な制限が存在している。デジタルコンバージェンスに相応しい法制度の整備は、まさに今後台湾の競争力にかかわる至急取り組むべき重要な課題であろう。

[注]

- 1) IP 技術とは現在のインターネットを支える IP (Internet Protocol) ネットワーク技術を指す。
- 2) Acatech, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013 より引用、pp13 ~ 14 をご参照。
- 3) 詳細は Acatech, Recommendations for

implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013、pp15 ~ 16 をご参照。

- 4) Acatech, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013、p19 をご参照。
- 5) Acatech, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013、p29 をご参照。
- 6) Asha-Maria Sharma, Industrie 4.0 - Business Opportunities in Germany, 10th Japan Germany Industry Forum 2014, Tokyo, 2014、p11。
- 7) IT Leaders、「M2M」とは何か—新国際標準組織「oneM2M」の全体像とロードマップ、2014/03/07、<http://it.impressbm.co.jp/articles/-/11087> をご参照。
- 8) センサーネットワークとは、例えば ZigBee や Z-Wave、Bluetooth などあげられる。
- 9) 詳細は ARIB, ARIB 2020 and Beyond Ad Hoc Group White Paper - Mobile Communications Systems for 2020 and beyond, 2014 をご参照。
- 10) Stamford, C., Gartner Says By 2020, a Quarter Billion Connected Vehicles Will Enable New In-Vehicle Services and Automated Driving Capabilities, 2015/1/26、<http://www.gartner.com/newsroom/id/2970017> をご参照。
- 11) GSA (Global Mobile Suppliers Association) の統計によれば、2014 年に世界ベースで LTE のユーザー数が 4.97 億に達しており、成長率は 3G のそれを超えている。詳細は http://www.gsacom.com/news/gsa_424.php をご参照。
- 12) Parilla, J., Trujillo, J. and Berube, A., Skills and Innovation Strategies to Strengthen U.S. Manufacturing Lessons from Germany, The Brookings Institution, 2015/02、p3 をご参照。
- 13) BMWI, 2010 ICT Strategy of the German

- Federal Government: Digital Germany 2015, 2010、p.11 をご参照。
- 14) Acatech, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013、p8、p 21、p24 をご参照。
 - 15) NIST, President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership, June 24, 2011, <http://www.nist.gov/director/adv-manufacturing-062411.cfm> をご参照。
 - 16) 詳細は山本美紀子、グリーン・ニューディール政策の効果と課題 - 米国再生・再投資法の評価から得られる示唆、みずほ政策インサイト、2009/03/27 をご参照。
 - 17) FCC, Connecting America: The National Broadband Plan, 2010/03 をご参照。
 - 18) 經濟部工業局、製造業生産力推動策略、生産力 4.0 科技發展策略會議 2015/06 をご参照。
 - 19) 經濟部商業司、商業服務生産力推動策略、生産力 4.0 科技發展策略會議 2015/06 をご参照。
 - 20) FCC, Connecting America: The National Broadband Plan, 2010/03 をご参照。
 - 21) 經濟部、2015 中小企業白皮書、2015 年、p51 をご参照。
 - 22) 劉柏立、我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究 - 研究 4G 相關應用及網路建設、交通部、2015 年をご参照。
 - 23) GSMA, Analysis form concept to delivery: the M2M market today, 2014 をご参照。
 - 2014/03。
 3. ARIB、ARIB 2020 and Beyond Ad Hoc Group White Paper - Mobile Communications Systems for 2020 and beyond、2014。
 4. Asha-Maria Sharma、Industrie 4.0 - Business Opportunities in Germany, 10th Japan Germany Industry Forum 2014、Tokyo、2014。
 5. BMWI、2010 ICT Strategy of the German Federal Government: Digital Germany 2015、2010。
 6. Cisco、(2015) Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2014-2019。
 7. FCC、Connecting America: The National Broadband Plan、2010/03
 8. Federal Ministry of Education and Research、Project of the Future : Industry 4.0、2012。
 9. Germany Trade & Invest、Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future。
 10. GSMA、Analysis form concept to delivery: the M2M market today、2014。
 11. IT Leaders、「M2M」とは何か—新国際標準組織「oneM2M」の全体像とロードマップ、2014/03/07、<http://it.impressbm.co.jp/articles/-/11087>
 12. ITU, *ITU global standard for international mobile telecommunications* 'IMT-Advanced', 2010
<http://www.itu.int/ITU-R/index.asp?category=information&rlink=imt-advanced&lang=en>。
 13. Mokyr, J., *The Second Industrial Revolution*, 1870-1914、1998。
<http://faculty.wcas.northwestern.edu/~jmokyr/castronovo.pdf>
 14. MONOist、インダストリー 4.0 に必要な“十字”の連携 (2/2)、2014/11/27、<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/>

【参考文献】

1. Acatech、Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013/04。
2. Acatech、Recommendations for the Strategic Initiative Web-based Services for Businesses、

- 1411/27/news111_2.html。
15. NIST、President Obama Launches Advanced Manufacturing Partnership、June 24, 2011、<http://www.nist.gov/director/adv-manufacturing-062411.cfm>。
 16. NOKIA、Nokia Networks white paper -5G Radio Access System Design Aspects、2015。
 17. OECD、OECD Fixed (wired) broadband subscriptions per 100 inhabitants、by technology、June 2014。
 18. OECD、OECD Terrestrial mobile wireless broadband subscriptions per 100 inhabitants、by technology、June 2014。
 19. Regalado, A.、Business Adapts to a New Style of Computer、MIT Technology Review Business Report、MIT Technology Review、2014、July/August。
 20. Smil, V.、Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867-1914 and Their Lasting Impact、Oxford University Press、2005。
 21. Takehiro Nakamura、NTT DOCOMO's Views on 5G Toward 2020 and Beyond、2014
 22. 山本美紀子、グリーン・ニューディール政策の効果と課題 - 米国再生・再投資法の評価から得られる示唆、みずほ政策インサイト、2009/03/27。
 23. 永野博、ドイツ政府の第4次産業革命 Industrie4.0、日本機械学会、2014。
 24. 行政院科技會報、2015 年行政院生產力 4.0 技發展策略會議、2015 年、<http://www.bost.ey.gov.tw/cp.aspx?n=94090FED75EFA410>
 25. 呂雪慧、毛揆推生產力 4.0 國際搶市、工商時報、2015/06/06。
 26. 林安妮、生產力 4.0 啟動 人均產值增 60%、經濟日報、2015/06/04。
 27. 經濟部工業局、生產力 4.0 科技發展策略會議、議題一：生產力 4.0 產業與技術發展策略、子題一：製造業生產力推動策略、2015/06/04
 28. 經濟部中小企業處、2014 中小企業白皮書、經濟部、2014 年。
 29. 經濟部商業司、生產力 4.0 科技發展策略會議、議題一：生產力 4.0 產業與技術發展策略、子題二：商業服務生產力推動策略、2015/06/04
 30. 劉柏立、行動寬頻業務發展趨勢與監理機制分析研究案、國家通訊傳播委員會委託研究、2014 年。
 31. 劉柏立、我國 3G 頻譜屆期釋出規劃及 B4G/5G 規範與發展研究 - 研究 4G 相關應用及網路建設、交通部、2015 年。

A Study on Industry 4.0 – Focusing on the Viewpoint of Network Policy

Liu Po-Li (劉 柏立)
Chief, of Tokyo Office,
Taiwan Economic Research Institute

Visiting Professor, The Institute of Social System
Chuogakuin University

Abstract

Taiwan's Executive Yuan in June 2015 held "Strategy Meeting on Science and Technology Development related to Industry 4.0". It came to the conclusion that three scientific technologies, namely, AI Robots, Internet of things and big data analysis, would be the pivotal power of the progress in future, by raising the added values and productivities of industries.

This paper discusses the policy implications of Industry 4.0 from the point of view of network policy and considers the challenges facing the promotion of Industry 4.0 policy of Taiwan.