

ロジスティクスオペレーションの高度化に 寄与する情報システムの進展と今後

増 田 悦 夫

あらまし

本稿では、ロジスティクスオペレーションの高度化に寄与する情報システムを取り上げ、導入当初からこれまでに至る進展の状況を概観するとともに、今後期待される方向の一案を示した。まず、冒頭の第2章では、ロジスティクスとその基本的な役割を示した上で、現在ロジスティクス分野においてどのような情報技術・システムが活用されているかを簡単に紹介した。続く第3章では、ロジスティクス業務の高度化に寄与してきた5種の情報システム、即ち、WMS (Warehouse Management System)、TMS (Transport Management System)、需給マッチングシステム DSMS (Demand and Supply Matching System)、トレーサビリティシステム TRCS (Traceability System)、および高度道路交通システム ITS (Intelligent Transport System) を挙げ、ロジスティクスの課題との関連性を示した上で、これら5種の情報システムの進展を支える情報技術を、①デジタル技術、②モバイル・ワイヤレス技術、③インターネットとクラウド技術、および④第4次産業革命を牽引する先進技術の4つに分類し、それぞれの進展状況を紹介した。さらに、第4章では、上記5種のロジスティクス情報システムについて、最近までの流れを概観した上でそれぞれの進展の状況を事例も交えて紹介した。その上で、第5章においてロジスティクス情報システムの将来方向としてデジタルデータ利活用型プラットフォームが期待され、その運用を通して『将来需要に対し予測ベースでのリソースシェアリングで対応可能なスマートロジスティクスサービス』の提供が可能になることを示した。

キーワード

ロジスティクスオペレーション, 情報システム, WMS, TMS, 需給マッチング, トレーサビリティ, ITS

1. まえがき

地球上の色々な場所で生産・製造された商品・製品を消費者の最寄店舗などへ届けることが使命のサプライチェーンあるいはサプライネットワークにおいて、消費者の満足を満たしつつ提供サイドさらには取り巻く社会のことも考慮した上で、いかにより良い形で届けるかその答えを追求する使命を負っているのがロジスティクスである。消費者の好みの多様化が進むに伴い、生産・製造される商品や製品も多様化し、サプライチェーン／ネットワーク上を運ばれる商品・製品の品目や属性、取り扱う機器や関連業務なども様々な状況となっており、さらに、運ばれる商品・製品を取り巻く環境も色々である。このようなことから、サプライチェーン／ネットワークを流れるモノの管理や流す際の効率や品質の向上等を図ろうとした場合、個々のモノの識別、状態の管理、検索、情報の共有、関連する取引の効率化などを正確かつ効率よく行うためにデジタルデータ処理が基本の情報システムの活用が不可欠な状況となっている。サプライチェーン／ネットワーク上を流れるモノに関する業務に情報機器やシステムを導入することにより効果的なロジスティクスオペレーションを実現することが可能となる。このようなことから、ロジスティクスの分野、特にサプライチェーン／ネットワーク上のモノの流れに関係する業務において情報技術やシステムの活用の必要性が増している上、活用のレベルも高度化しつつある。

本稿では、ロジスティクス業務の高度化に寄与する情報システムを取り上げ、導入当初からこれまでに至る進展の状況を概観するとともに、今後の方向を展望する。第2章では、ロジスティクスの役割とそれに対する情報技術・システムの活用状況として、ロジスティクスとその基本的な役割、ロジスティクス分野における情報技術・システムの活用状況を紹介する。続く第3章では、ロジスティクス情報システムとその進展を支える情報技術として、まず、ロジスティクス業務の高度化に寄与してきた5種の情報システム、即ち、WMS (Warehouse Management System), TMS (Transport Management System), 需給マッチングシステム (DSMS : Demand and Supply Matching System), トレーサビリティシステム (TRCS : Traceability System), および高度道路交通システム (ITS : Intelligent Transport System) を挙げ、ロジスティクスの課題との関連性を示す。その上で、上記5種の情報システムの進展を支える情報技術を、①デジタル技術、②モバイル・ワイヤレス技術、③インターネットとクラウド技術、および④第4次産業革命を牽引する先進技術の4つに分類し、それぞれの概要や進展の状況を示す。

さらに、第4章では、ロジスティクス情報システムの最近までの流れを概観した上で、WMS、TMS、DSMS、TRCS、ITSのそれぞれについて登場後の進展状況を概観する。そして、第5章において、ロジスティクス情報システムの今後期待される方向について独自の見解を述べ、第6章で全体をまとめる。

2. ロジスティクスの役割と情報技術・システムの活用状況

2.1 ロジスティクスとその役割

有形の商品・製品を扱うビジネス分野において「ロジスティクス」は「マーケティング」とともに欠くことのできない戦略あるいは管理手法である。特に個人の顧客を対象とするマーケティングでは売れる仕組みづくりのためのターゲット選定や販売促進策、市場調査に基づく新商品・製品開発が使命であるのに対し、ロジスティクスは生産するための商品・製品の部品・材料の調達から始まって生産された商品・製品を費用負担のことも考えて消費者の需要・要望にマッチする形で届けることを狙いとしている（図2.1参照）。すなわち、部品・材料のサプライヤーから小売業者に至るサプライチェーンあるいはサプライネットワーク上で消費者・生活者の満足を考慮した上でのモノの最適な運び方を追求し実践することがロジスティクスの役割と考えられる。実際、ロジスティクスの具体的な業務は、①受発注業務、②倉庫業務、③在庫管理業務、④荷役・梱包業務、⑤輸配送業務、⑥情報の一元管理業務などから構成されている（図2.2）。

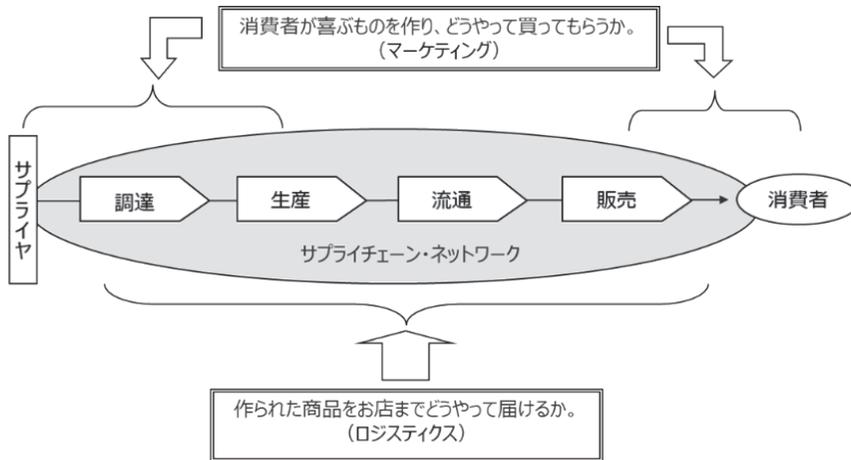


図2.1 ロジスティクスの位置づけ

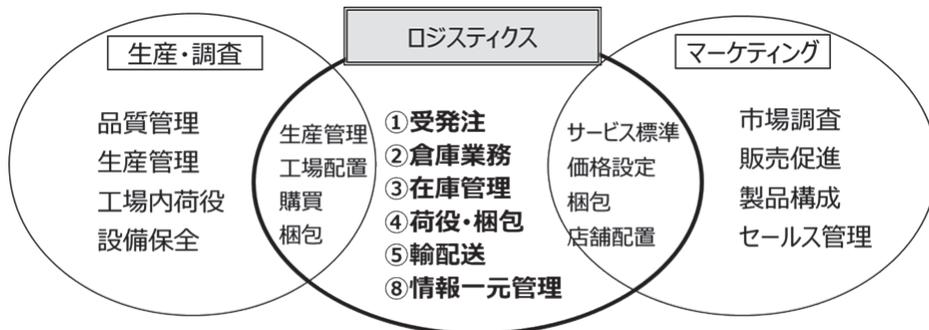


図2.2 ロジスティクスの役割

2. 2 ロジスティクスにおける情報技術・システムの活用状況

消費者の好みの多様化が進むに伴い生産・製造される商品や製品も多様化し、サプライチェーン／ネットワーク上を運ばれる商品・製品の品目や属性、取り扱う機器や関連業務なども多様化している。さらに運ばれる商品・製品を取り巻く環境も色々である。このような状況から、サプライチェーン／ネットワーク経由で運ばれるモノの管理を徹底し運ぶ際の効率・品質の向上を図ろうとした場合、個々のモノの識別、状態の管理、検索、情報の共有、関連する取引の効率化などを正確かつ効率よく行うためにデジタルデータを扱える情報機器・システムの活用が不可欠な状況となっている。

図2.3は、ロジスティクスに関連するオペレーションを実行する際に活用されている、あるいは活用が期待されている情報技術・システムの一例を示している。物流倉庫の管理や業務の効率化、品質向上には、検品における商品や製品を識別するためのバーコードやRFID（Radio Frequency IDentification）、倉庫内の業務やモノの管理を支援するためのWMS（Warehouse Management System）、WMSとのデータやり取りを行うためのPDT（Portable Data Terminal）および無線LAN（Local Area Network）、人に代わって業務をこなす各種ロボットなどの活用が知られている。また、輸配送の管理や業務効率化、品質向上には、荷物の所在追跡の際に荷物を識別するためのバーコードやRFID、走行中の車両の位置を管理するためのGPS（Global Positioning System）やGIS（Geographic Information System）、輸配送を総合的に管理するためのTMS（Transport Management System）などの技術やシステムの活用が知られ、また道路交通を高度化するためのITS（Intelligent Transport System）、前を走るトラックとの距離を保って自動走行する隊列走行、人の操作なしにシステム自体で運転操作を行う自動運転などのシステムや技術、さらには空中を飛ぶドローンなどの活用が期待されている。また、サプライチェーン全体の管理や業務効率化、品質向上には、情報共有を容易とするためのクラウドサーバー、情報を蓄積し検索に利用できるデータベース、またサービス提供業

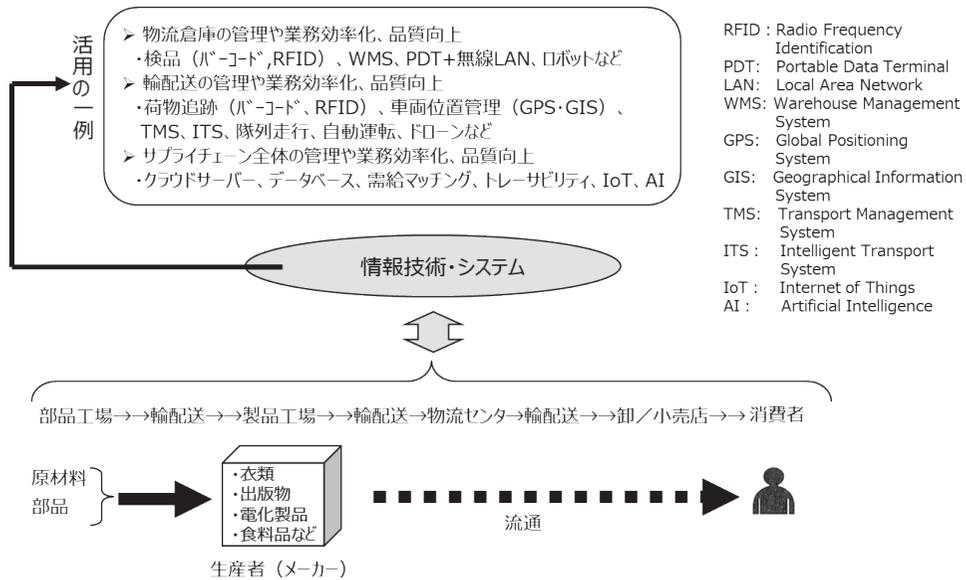


図2.3 ロジスティクスにおける情報技術・システムの活用状況

者と荷主との間の契約を支援するための需給マッチングシステム、チェーン全体において個々のモノの流れに関する履歴を残しその後の可視化や遡及・追跡に利用するためのトレーサビリティシステムなどの活用が知られ、さらにはサプライチェーン/ネットワーク上の選定ポイントをインターネットに接続し各ポイントの状況をデジタルデータとして収集するためのIoTや収集されたデータを分析するためのAIなどの活用が期待されている。

3. ロジスティクス情報システムとその進展を支える情報技術

ここでは、ロジスティクスの特にオペレーションの高度化に寄与してきた主要な情報システムとそれらを支える情報技術について紹介する。

3.1 ロジスティクスの高度化に寄与してきた情報システム

ロジスティクスの業務は図2.2で示したように、①受発注業務、②倉庫業務、③在庫管理業務、④荷役・梱包業務、⑤輸配送業務、⑥情報の一元管理業務などから構成されている。このような業務に情報技術・システムが活用され始めたのは1980年代とされている^[1]。1980年以降、ロジスティクスの高度化に寄与してきた情報システムとしては、WMS、TMS、需給マッチングシステム（DSMS：Demand and Supply Matching System）、トレーサビリティシステム（TRCS：Traceability System）、および高度道路交通システ

ム（ITS：Intelligent Transport System）の5システムを挙げることができる。

1980年代には、まず、WMS（倉庫管理システム）、TMS（輸配送管理システム）の一般的な利用が開始された。これらは主に在庫や輸配送を管理するためのものである。その後、インターネットが普及し始めた1990年代後半から帰り荷を求める運送業者と割安な料金での輸送サービスを求める荷主とのマッチングを支援する「求貨求車システム」が登場し、2001年以降一旦下火になったものの、2010年代以降に多様なマッチングシステムが登場し現在に至っている^[2]。求貨求車システムも含めこの種のシステムを以下では一般にDSMSと呼ぶことにする。ロジスティクスの業務との対応では、①受発注業務の一環と考えることができる。さらに、2001年9月に北米において起きた同時多発テロ事件や日本国内でのBSE（牛海綿状脳症、注：俗に狂牛病と呼ばれる）に感染した牛の発見などを受け、RFID技術を利用しサプライチェーンを流れる個々のモノを識別しつつ流通過程の履歴を残すTRCSの構築の取り組みが始まり、それ以降もサプライチェーン上の動きの可視化、品質向上のためのシステムとして実用化に向けた動きが各所で進められている。TRCSは、ロジスティクス業務における⑥情報の一元管理業務と対応している。さらに、ITSは安全性、効率性、環境負荷軽減を目指す観点から官民連携した取り組みが1980年以降進められている。

表3.1にロジスティクスの基本的な課題と上記5つの情報システムとの関連性を整理して示す。

表3.1 ロジスティクスの課題と各情報システムの寄与度との関連性
(◎：大、○：普通、空白：特に無し)

ロジスティクスの基本的課題		倉庫管理システム (WMS)	輸配送管理システム (TMS)	需給マッチングシステム (DSMS)	トレーサビリティシステム (TRCS)	高度道路交通システム (ITS)
		1980年代～		1990年代後半～	2000年代～	1980年代～
1	SCMの効率向上： 在庫量・輸配送の最適化、リソース シェアリングの推進など	◎	◎	◎	○	
2	品質・信頼性の向上：サービスの 正確性・安定性・継続性など	◎	◎		◎	○
3	安全・安心の確保：事故防 止、流通過程の可視化、迅速 なトラブル対応など	○	◎		◎	◎
4	グリーンロジスティクスの推進： 環境負荷削減のための各種方 策	◎	◎	◎	○	◎
5	グローバル化の推進：国際化への 対応など	○	○		◎	

WMS: Warehouse Management System、TMS: Transport Management System、DSMS: Demand and Supply Matching System、TRCS: Traceability System、ITS: Intelligent Transport System

3. 2 ロジスティクス情報システムの進展を支える情報技術

前節で紹介した5種の情報システムは、1980年代にWMS、TMSが導入されて以降最近まで進展を続けてきているが、その進展は種々の情報技術の進歩によってもたらされてきた、あるいは今後もたらされると考えられる。本節では、ロジスティクス情報システムの進展を支える主要な情報技術として、(1)デジタル技術（注：①リアルの世界をデジタルデータ化する技術、②デジタルデータを処理する機器やシステムに大別される）、(2)モバイル・ワイヤレス技術、(3)インターネットとクラウド技術、および(4)今後支援が期待される第4次産業革命を牽引する先進的技術の4点を取り上げ、それぞれについて概要や進展の状況を紹介する。

3. 2. 1 デジタル技術

今日の情報機器・システムはほぼ全てがデジタルデータを扱う方向に向いている。自然界や人間社会で扱われるリアルの世界における情報は、情報機器でデジタルデータに変換され、同じくデジタルデータを扱う機器やシステムにおいて伝達されたり保存・処理されたりしている。デジタルデータ化が進む背景には、デジタルデータ化することにより多くのメリットが得られるからである。機器は小型化・高性能化でき、低消費電力化により経済化も図れる。リアルの世界の状況を情報機器・システム上で、時間的、空間的に自由に圧縮・拡大することが可能であり、複数間の比較・照合、必要な情報の検索、その他各種の処理を効率的に行うことが可能である。テキスト、音声、画像・映像など異なるメディアのデータも同一装置や同一ネットワークで統合的に扱うことが可能である。以下では、リアルの世界をデジタルデータ化する技術とデジタルデータを処理する機器やシステムに分けて、それぞれの概要や進展の状況を示す。

(1)リアルの世界をデジタルデータ化する技術

自然界や人間社会で扱われるリアルの世界の情報をデジタル化して情報機器に取り込む技術が該当する。この技術には、モノや場所に付けられた名前や識別コードなどを読み取りデジタル化するバーコード、RFIDなどの技術が知られている。また、地球上の物理的な位置（座標）を算出するようなGPSなどの測位技術も知られている。さらに、各種のセンサーで検知したリアルの世界の状態をデジタルデータ化する技術も多種利用されている。流通分野へのバーコードの利用は1970年以降、RFIDの利用は2000年代以降であり、GPSは1990年代以降に利用されている。センサーについては用途に応じて多様なものが開発され使用されてきている。

(2)デジタルデータを処理する機器やシステム

デジタルコンピュータ、デジタルデータを伝達するコンピュータネットワーク、データベースなどがこの種の機器やシステムの主要なものである。デジタルコンピュータは1950年前後に真空管をコア技術とする商用機ENIAC（Electronic Numerical Integrator

And Computer) が北米で開発されて以降、現在までの数十年の間に著しい進展を遂げている。コア技術として真空管、トランジスタと進み、半導体集積回路 (IC: Integrated Circuit) の発明を受け SSI, MSI, LSI, VLSI, ULSI, マイクロプロセッサと進化し、1チップに複数プロセッサを集積できるレベルに小型化が進んでいる。さらに、性能についても、マイクロプロセッサのクロック周波数が kHz (1970年代初期), MHz (~1990年代後半), GHz (2000年代~) とほぼ限界レベルにまで向上し、最近ではマルチコア化が進行している。情報ネットワークにおいても、1990年代後半には電話網も含めて全てがデジタル化され、それ以降も回線の高速化・高スループット化や提供されるネットワークサービスの高度化が進んでいる。データベースについても、大容量化、高機能・高信頼化、分散型の一元管理化などが図られている状況である。

3.2.2 モバイル・ワイヤレス技術

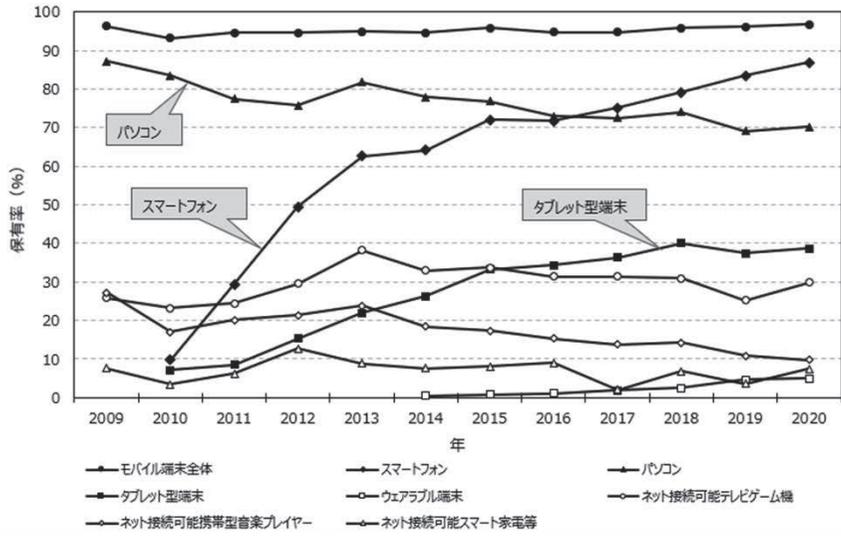
人が携帯したり車両などに搭載されたりして利用される機器 (注: 一般に移動体端末あるいはモバイル端末と呼ばれる) とそのような機器とネットワークなどを接続するワイヤレス通信技術のことである。2000年代後半に登場したスマートフォンの普及や携帯電話回線の高速化、無線 LAN の進歩などにより、サービスやビジネス利用などが大きく成長した分野である。以下に、モバイル・ワイヤレス技術に関する進展の状況を概観する。

図3.1に世帯における情報通信機器保有状況を示す。2010年以降、スマートフォンの保有が急増し、それ以降も着実に増加し、2020年には世帯保有状況が90%に近づいている状況である。スマートフォンが登場する前に90%近い保有率であったパソコンの保有状況がスマートフォンの増加に伴って徐々に減少し、2017年にはスマートフォンに逆転されて2020年には70%程度となっている。その他、タブレット型端末の増加は最近40%程度に落ち着き、一時注目されたメガネ型、時計型などのウェアラブル機器は減少気味で10%程度となっている。なお、輸配送車両に搭載される車載端末や物流倉庫向けのウェアラブル型端末は、図3.1の傾向とは独立に開発が進められている。

図3.2は、移動系端末がネットワーク接続等に利用する回線の契約数の推移を示したものである。携帯電話回線については、2002年に第2世代がピークを迎え、その後第3世代 (注: 3.5世代も含む) へ切り替わり2012年にピークを迎えると第3.9~4世代の LTE が登場してこの世代が現在ほぼピークの状況である。第5世代は2020年3月にサービス開始したが全国どこでも利用可能となるのはまだ先と言える。いずれにしても、携帯電話回線はほぼ10年毎に世代がアップし、進化が続いている状況である。

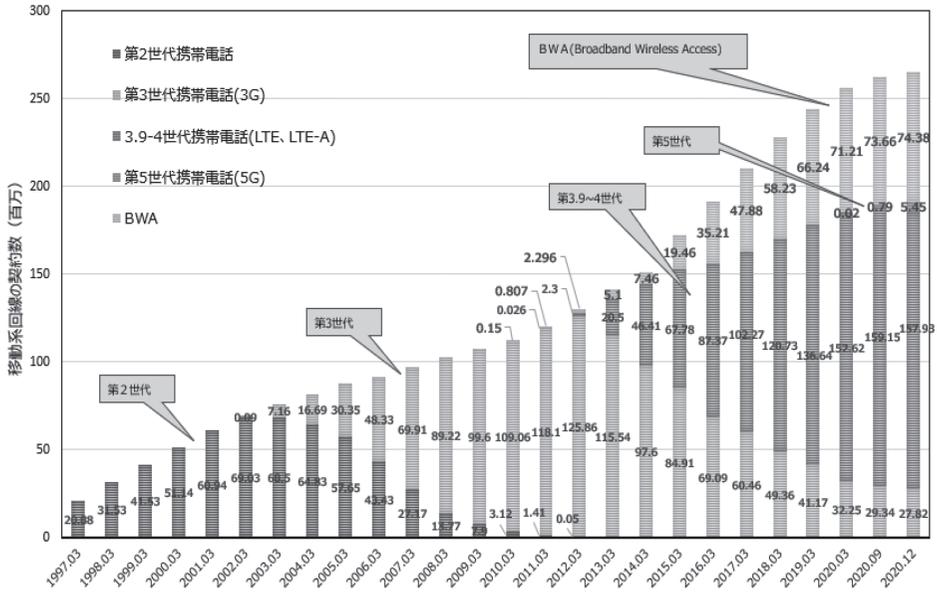
また、2000年代以降にインターネットへアクセスする際、携帯電話回線を補完する形で無線 LAN が利用されるようになった。携帯電話料金を必要とせずにインターネットサービスプロバイダまで接続可能なため利用者も拡大している。携帯電話回線と同様、

ロジスティクスオペレーションの高度化に寄与する情報システムの進展と今後



出典：2021 (R3) 年情報通信白書

図3.1 世帯における情報通信機器保有状況



出所：R3情報通信白書

図3.2 移動系回線の契約数の推移

表3.2 無線 LAN の規格の進展

世代	名称 (2019年以降 の新名称)	策定期期	周波数帯 [GHz]		最大通信速 度 [bps]	変調方式	特徴
			2.4	5			
第1	IEEE802.11 (-)	1997年6月	○		2M	DSSS	IEEEが最初に策定した規格
第2	IEEE802.11b (-)	1999年9月	○		11M/22M	DSSS	2.4GHz帯を使う電子レンジや医療用機器、Bluetooth対応製品などの電波干渉で速度低下が起こり得る。
	IEEE802.11a (-)	1999年9月		○	54M	OFDM	電波法により屋外での利用が不可。
第3	IEEE802.11g (-)	2003年6月	○		54M	OFDM/DS SS(11bとの 互換性を考 慮)	OFDMの採用で、11aなみの速度を実現。2.4GHz帯使用のため、電子レンジや医療用機器、Bluetooth対応製品などの電波干渉があり得る。11bとの相互接続可能。
第4	IEEE802.11n (Wi-Fi 4)	2009年9月	○	○	65M~600M	OFDM	一次変調に64QAM(6ビット/波)、MIMO技術(アンテナ数最大4)を採用。SU-MIMOとも呼ばれる。11a/b/gとの相互接続も可能。
第5	IEEE802.11ac (Wi-Fi 5)	2014年1月		○	293M~6.9G	OFDM	802.11n規格の後継。一次変調に256QAM(8ビット/波)、MIMO技術(アンテナ数最大8)を採用。MU-MIMO(4端末、ダウン方向のみ)に対応。2.4GHz帯を使用するb/g/nとの相互接続は不可。
第6	IEEE802.11ax (Wi-Fi 6)	2021年2月	○	○	9.6G	OFDMA	802.11ac規格の後継。一次変調に1024QAM(10ビット/波)も追加、MIMO技術(アンテナ数最大8)を採用。MU-MIMO(8端末、双方向)に対応。2.4GHz帯を使用するb/g/nとの相互接続は不可。

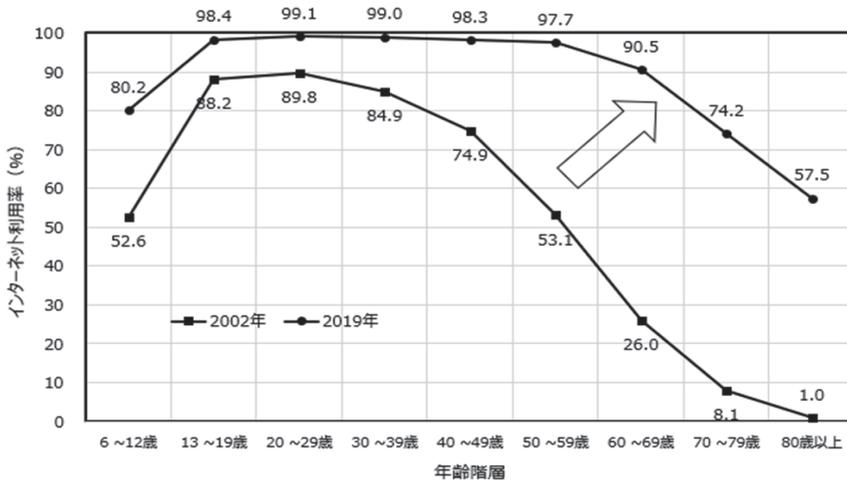
・DSSS:Direct Sequence Spread Spectrum (デジタル信号を広い帯域に分散して同時送信する方式)
 ・OFDM:Orthogonal Frequency Division Multiplexing (直交性を利用した周波数分割多重化方式)
 ・OFDMA:Orthogonal Frequency Division Multiple Access (直交性を利用したより効率的な周波数分割多元接続方式)
 ・MIMO:Multiple Input Multiple Output (複数アンテナを同時に利用し異なるデータを送受信する技術)
 ・SU-MIMO、MU-MIMO:Single-User MIMO、Multi-User MIMO (電波に指向性を持たせ複数端末との同時通信が可能)
 ・QAM:Quadrature Amplitude Modulation (位相と振幅を組み合わせた波を利用する変調方式)

無線 LAN の規格も進化を続けており、インターネットの進展を背景に IEEE802.11委員会から色々な規格がリリースされている。表3.2は、無線 LAN (Wi-Fi) の規格の進展をまとめたものである。2021年2月に制定された第6世代の IEEE802.11ax (注:新名称 Wi-Fi6) の最大通信速度は9.6Gbps となっており、これは第5世代の携帯電話回線の規格と同程度のスピードとなっている。

3.2.3 インターネットとクラウド技術

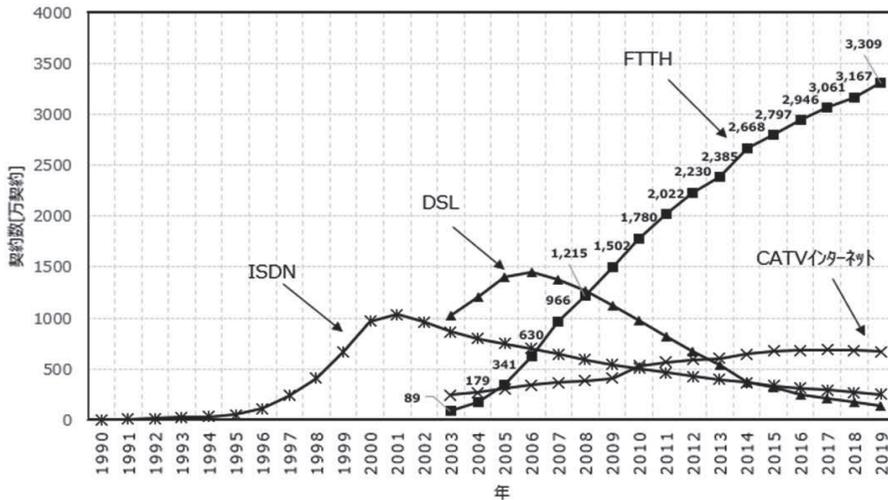
我が国におけるインターネットの利用者は、1990年代終わり頃に定額制料金で利用できるブロードバンド回線 (ADSL) が登場したのを機に急速に拡大し、最近では幼児や高齢者を除いて人口の80%以上 (注:13~70歳は90%以上) が利用するところまで普及している (図3.3参照)。据え置き型端末からアクセスする際に利用する固定系アクセス回線の契約数は図3.4のように推移しており、2008年頃から FTTH (Fiber To The Home) の契約数が最大となり2019年には図3.4に示す4種の契約数合計の75%を占め

ている。インターネットのこれまでの進展として、①ブロードバンド化の進展（図3.2、図3.4参照）、②モバイル端末からの利用の拡大（注：3.2.2項参照）、③クラウド化の進展、④ソーシャルメディア（ブログ、SNS等）の利用拡大、⑤IoT化の進展を挙げることができる。図3.5に民間企業におけるクラウドサービスの利用状況の推移を示す。この図に示すように年毎に利用している企業の割合が増加しており、2020年における一部または全社的に利用している企業の割合は70%近くに達している。なお、クラウド



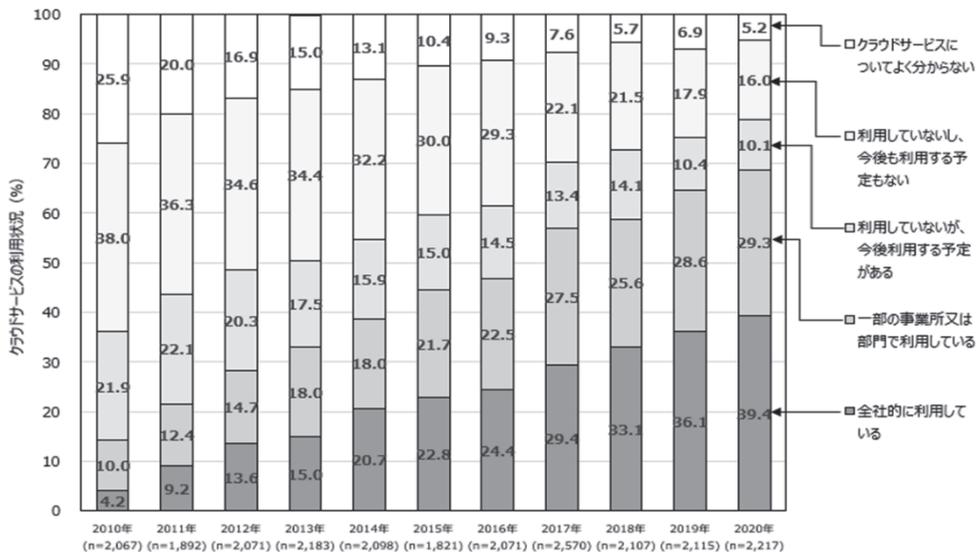
※情報通信白書（総務省）のデータより作成

図3.3 インターネット利用率の拡大状況（年代別）



※ R3年版情報通信白書のデータより作成

図3.4 固定系アクセス回線の契約数の推移



※情報通信白書（総務省）のデータより作成

図3.5 クラウドサービスの利用状況の推移

サービスを利用する企業にとってのメリットとしては、i)システムの導入を迅速に行えること、ii)端末の種類や場所を問わず利用可能なこと、iii)情報を効率的に共有できること、iv)システムの増設やソフトウェアのバージョンUP等の作業が不要となること、さらにv)システムの高い信頼性・安定性が期待できることが挙げられる。また、上記④ソーシャルメディアについては、2000年代後半から多種多様なモバイルアプリが配信され、特に若い世代において利用が増加している。個人の発信する情報が集まってビジネスにおいても大きな影響を与える状況となっている。上記の⑤IoTについては、次項で扱っている。

3.2.4 第4次産業革命牽引技術

現在進行中の第4次産業革命を牽引している主要な技術は、IoT、ロボット、AIなどである。IoTは現実世界のより多くのモノをインターネットというサイバー世界につなげる技術であり、ロボットは人間に代わって自動で業務をこなす技術である。また、AIはIoTやロボットに組み込まれ、それらを強化する役割を持つ技術と考えられる。

IoTは2010年頃から注目されるようになった。2020年には世界で253億台（実績）のデバイスが接続され、2022年には309億台との予測もある（R3年版情報通信白書）。インターネットへの接続、特に無線による接続には、これまでの情報機器において利用されていた携帯電話回線やWi-Fi以外に、低消費電力のBLE（Bluetooth Low Energy）やLPWA（Low Power Wide Area）も利用可能となっている（図3.6）。

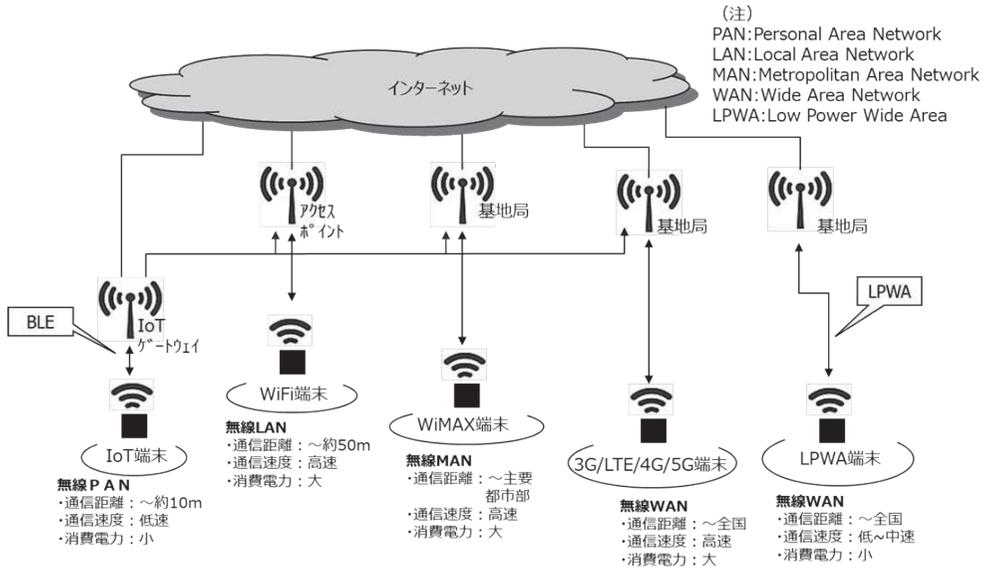


図3.6 無線によるインターネットへの接続種別

ロボットは、従来ではセンサー、知能・制御系、駆動系の3要素を備えた機械を指していたが、最近ではAIを利用し自ら学習しながら行動できるもの、様々なデータを蓄積しそれを利用して付加価値を提供できるもの（例. AIスピーカー）、ネットと連携して動作するものなどが登場している。

また、AIは数10年以上の歴史の中で、現在、第3次ブームと言われており、「機械学習」をするプログラムの発展と「ディープラーニング（深層学習）」という技術のブレークスルーにより推進されている。IoTやロボットの進展に伴い注目が高まっている。

3.2.5 ロジスティクス情報システムに対する支援関係

以上に示した、(1)デジタル技術、(2)モバイル・ワイヤレス技術、(3)インターネットとクラウド技術、および(4)第4次産業革命を牽引する先進技術の4種の技術が、5種のロジスティクス情報システムをどのように支援しているかを表3.3に整理する。

表3.3 主要な情報技術とロジスティクス情報システムに対する支援関係

主要な情報技術		倉庫管理システム (WMS)	輸配送管理システム (TMS)	需給マッチングシステム (DSMS)	トレーサビリティシステム (TRCS)	高度道路交通システム (ITS)	
大分類	技術・サービス項目例						
1	リアルワールドをデジタル化する技術 デジタル技術 デジタルデータを処理する機器やシステム	・バーコード, RFID, 他 ・位置認識: GPS, Wi-Fi/BLEビーコンなど ・各種センサー: 温度, 照度, 加速度, 重量, 距離, 他	・EJ・場所に貼付のコードの自動取得 ・移動体の位置の自動取得 ・倉庫内状態の自動取得	・車両等の位置情報の自動取得 ・車両や運転の状態の自動取得	・マッチング対象の荷物や車両・倉庫等の識別情報の自動取得	・トレス対象品の識別コードの自動取得	・カーナビにおける車両位置情報取得 ・自動運転車両の各種センサーによる周辺情報取得
2	モバイル・ワイヤレス技術	・スマートフォン/タブレット/車載端末 ・携帯電話回線 ・Wi-Fi ・位置情報(GPS, 他) ・ITS向通信規格	・無線LAN/タブレット/WMSとのデータ送受信 ・倉庫内移動体の位置情報取得	・車載端末経由でのTMSとのデータ送受信 ・GPSによる車両位置取得	・モバイル端末からのマッチング条件・処理結果の送受信 ・マッチング対象車両の位置情報取得	・タブレット/車載端末からの履歴情報等の送信 ・トレス情報の受信	・カーナビでのGPS利用 ・ETC, ETC2.0での無線通信 ・自動運転車の周辺との通信
3	インターネットとクラウド技術	・インターネット ・クラウドサービス	・クラウド型WMSの運用 ・業務履歴情報のクラウド上への蓄積	・クラウド型TMSによる輸配送業務の運用 ・車両運行データのクラウド上への蓄積	・マッチング条件の登録・提供 ・マッチング情報の提供	・履歴情報のクラウド/アプリケーション上への登録 ・トレス情報の提供	・クラウドサーバ-利用の自動運転
4	第4次産業革命牽引技術	・IoT, ビッグデータ, AI, クラウド	・倉庫内リソースをネット接続しCPS化して最適運用 ・IoT活用倉庫向けWMSの導入	・輸配送リソースをネット接続しCPS化して最適運用 ・IoT活用輸配送向けTMSの導入	・需給それぞれのあるリソースをネット接続しCPS化して最適マッチング化	・リアライゼーションを流れるモノの周辺もネットに接続し, 業務履歴とともにその情報も利用可能化。	・自動運転向けIoT/CPSの実現

WMS: Warehouse Management System, TMS: Transport Management System, DSMS: Demand and Supply Matching System, TRCS: Traceability System, ITS: Intelligent Transport System

4. ロジスティクス情報システムの最近までの進展

4. 1 各システムの登場から最近までの流れ

図4.1に各システムの登場から最近までの流れの概略を示す。WMSやTMSは1980年前後に登場し^{[1][3]}、現在に至っている。WMSでは倉庫作業における無線型ハンディ端末や無線LAN^[4]、RFID、自動搬送車（AGV: Automated Guided Vehicle）やオートストアなどの技術の利用が進み、一方、TMSでは1990年代に入ってGPS^[5]が利用可能となり輸配送時の動態管理や運行管理が可能となっている。また、WMSやTMSはクラウドサービスの登場^[6]とともにクラウド側配備へのシフトが進んでいる。DSM（需給マッチングシステム）はインターネットの普及を受け求貨求車システムが2000年前に登場した。一旦、下火になっていたが、スマートフォンの普及に伴うモバイル・インターネット技術の進展により2010年代になって多様なマッチングシステムが続々登場している^[2]。また、TRCS（トレーサビリティシステム）は、2000年代に実用化に向け

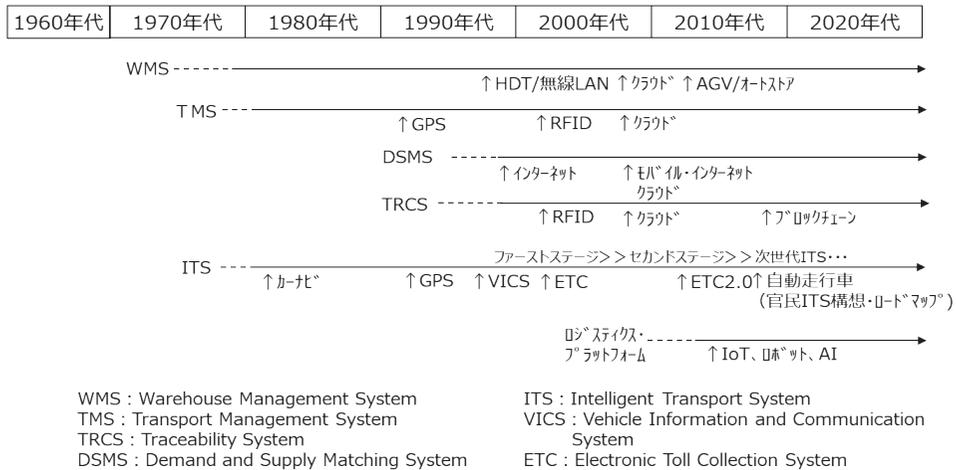


図4.1 各システムの登場から最近までの流れ

での本格的な検討が始まり^[7]、トレース対象となる個々のモノの識別にRFID技術を利用したり、トレース情報の蓄積先としてクラウドサーバーや最近ではブロックチェーンを利用するもの^[8]が登場している。最後にITSであるが、GPS不使用のカーナビサービスが1980年代に登場し^[9]、その後GPS技術が利用可能となり、VICS (Vehicle Information and Communication System) やETC (Electronic Toll Collection System)、さらにはETC2.0などのサービスが提供されている^[10]。最近は自動走行車の開発実証が官民ITS構想・ロードマップ^[11]に基づいて進行中である。なお、図4.1では、第4次産業革命を牽引しているIoT、ロボット、AIといった技術の適用により開発が進められているロジスティクスプラットフォームも示している。こちらについては、第5章の今後の展望のところで期待されるプラットフォーム案としてひとつの方向性を示す。次の4.2節では、個々のシステムの進展の状況を概説する。

4. 2 各システムの進展の状況

4. 2. 1 WMS (倉庫管理システム)

WMSは、小売業者の在庫管理システムの延長として1980年前後に登場した。現在では、サプライチェーンに沿ってモノを流す際に利用される拠点である倉庫の業務をサポートあるいは管理する情報システムとして運用されている。倉庫は入ってきたモノを在庫として保管したり、方面別に仕分けし出荷したりする拠点である。商品や製品の多様化や流通チャネルの拡大などからその形態は時代とともに多様化している。実際、製造業や流通業といった業種の違い、飲料、アパレル、日用品・雑貨、医薬品といった業界の違いで、倉庫の作りや業務に違いが生じる。また、扱うモノがケース入りであっ

たり、バラ（単品）であったり、あるいは両方であったり、さらに、倉庫からの出荷先が企業であったり（B to B）、個人であったり（B to C）、あるいは両方であったりする。さらに、ケース入り商品を保管しケース入りのまま出荷する場合もあれば、ケース入り商品をバラして単品として出荷したりする場合もある。あるいは加工を加えて出荷する場合もある。一方、倉庫内の業務については、人手中心で行われている形態（注：この場合はWMSは使用されない）から、IT化され情報機器を活用しながら進める形態（注：この場合、WMSが用いられる）へと進化し、さらに搬送や荷役などの可能なところへロボットを導入し人手介在を減らす形態へと進化してきている。

以上のような状況から倉庫を管理するWMSとして、これまで多様な製品が開発・提供され導入されてきている。WMSの導入形態は、倉庫内に設置する従来からの形態（オンプレミス型）とネットワークの先のクラウド上に配備され現場とはインターネットなどを介してやり取りする形態（クラウド型）の2つに分かれる。オンプレミス型の一般的な導入形態は、標準的な機能を有するパッケージ品を購入し必要なカスタマイズをして導入するといったものであるが、立体自動倉庫のような特殊形態の場合、その倉庫に特化したWMSを0から設計・開発して導入というスクラッチ型もあり得る。

WMSの製品を提供している企業数は、2000年代以降50社以上となっており2015年で90社にも及んでいる（注：流通研究社のWMS関連のハンドブックの記載による）。最近提供されている製品のうち特徴的な機能を持つものを挙げると表4.1のようになる。

表4.1 最近の特徴的機能を備えたWMS製品

分類	内容	製品例
① 複数拠点の倉庫（あるいは倉庫内在庫）を管理できるWMS	クラウドの形態で提供されるWMSの場合にこのような機能を持つものが登場している。	HITLUSTER(日立製作所), W3 sirius(グアイロク), 他
② 複数荷主がひとつの倉庫を共同利用する場合の各荷主を管理できるWMS	倉庫スペースを複数荷主で有効活用しようとするニーズへ対応しようとするWMSである。	Connected Linc(コネクテッド), SmartMat Cloud(スマートショッピング), 他
③ 他の関連システムとの連携が可能なWMS	他の受発注管理や輸配送管理などのシステムとの連携が容易なWMSである。	ORBIS-VI 倉庫管理(日本システムウェア), 倉庫管理システム(シーエス), 他
④ 汎用型として多様な用途に対応可能なWMS	・BtoBとBtoCの各出荷形態へ対応可能あるいは同一倉庫で両方の出荷形態へも対応可能 ・音声ピッキングなど多様な情報機器の使用やロボットとの連携にも対応可能 ・多言語インターフェースにも対応可能 といったWMSである。	ONEsLOGI/WMS(日立物流リフトウェア), CLOUD SLIMS(セイノ情報サービス), W3 sirius(グアイロク), 他
⑤ 倉庫業務の履歴を残し可視化や改善に役立てられるWMS	履歴データを用いて業務における課題の発見やその改善に活用できるWMSである。	iwms G5(フルワークス), ATSSシリーズ(インネット), 他

4.2.2 TMS（輸配送管理システム）

TMSは、配車計画作業のシステム化、物流コスト削減、品質・安全性確保等を狙いに1980年前後に登場した^{[1][3]}。WMSとほぼ同時期である。倉庫への納入や倉庫からの出荷の際の輸配送業務を管理するための情報システムであり、一般にWMSと連携する形で動作する。TMSが関与する業務としては、配車・配送ルート等の日々の計画、それに基づく輸配送業務の実行、その際の車両状態や運行状態の監視・管理、業務終了後の後処理などである。TMSの基本的な課題は、効率よい輸配送を可能とするための配車・配送ルートの作成（P）、輸配送実行中の安全確保・品質確保・労務管理（D）、実施状態の確認と改善に向けてのフィードバック（C、A）を回すことである。

この課題の解決を支援するためにTMSに関連する製品が多く企業から提供されてきている。2000年代以降では常に数十社から提供されている（注：流通研究社のTMS関連のハンドブックの記載による）。なお、TMSの製品は、WMSと同じように輸配送業務を行う拠点に配備されて利用されるオンプレミス型とネットワークの先に配備されて利用されるタイプのクラウド型とに分かれる。また、TMS製品は全てが上記PDCAの全ての業務に対応している訳ではなく、Pのみ、Dのみというように一部の機能が製品化されて提供されているものも多い。即ち、TMSに関連する機能をほぼ全て備えたトータル機能系の製品群（注：この種の製品の中にはTMS機能に加えてWMS機能までも含まれた形のものも含まれる）と一部の機能（即ち、配車・配送計画系、車両・運行管理系、その他：IT点呼など、のいずれか）に特化して提供されている製品群の2グループに分かれている。トータル機能系の製品例としては、例えば、富士通が提供する「輸配送システムソリューション」やCBcloudが提供する「SmaRyu Truck」などが知られている。一方、配車計画系製品例として例えばライナロジクスの「LYNA 自動配車クラウド」が、車両管理系製品例として例えばフレクトが提供する「Cariot」が、さらにIT点呼製品例として例えばテレニシが提供する「IT点呼キーパー」が、それぞれ知られている。最近のTMS製品で特徴的な機能を有するものを挙げると表4.2のようになる。

表4.2 最近の特徴的機能を備えた TMS 製品

分類	内容	製品例
①AIの活用により配車や配送ルート作成を自動で行える製品	受注情報に基づき、自動で配車や配送ルートを作成できる製品である。	LYNA 自動配車クラウド(ライナクラウド), Loogia(ログイア), 他
②輸配送時の車両等の位置をリアルタイムに表示できる製品	クラウド上に収集した位置情報に基づき画面の地図上にリアルタイムに表示できる製品である。	SmaRyu Truck(CBcloud), doco ですcar(ドコシステム), 他
③IT点呼機能も備えた製品	対面でのチェックではなく、オンラインでの出勤、アルコールや体調チェックなどの確認が行える製品である。	輸配送システムソリューション(富士通),トラックメイト配車Pro(タフト), 他
④事後のデータ利活用を考慮した製品	実行時の動態管理情報をクラウド上に収集する機能を備え、蓄積された情報を日報の自動作成、運転の安全性診断、輸配送の課題発見や解決等へ役立てることが可能な製品である。	Cariot(カリオット), SmartDrive Fleet(スマートドライブ), 他

4.2.3 DSMS (需給マッチングシステム)

DSMS は、4.1節で述べたように、まず2000年前に求貨求車システムとして登場した。2001年頃にシステム数としてピークを迎えた後、一旦下火となっていたが、2010年代に入りモバイル・インターネット技術の進展なども背景に第2次のブームを迎えている。即ち、新興企業を中心にオンデマンドでリアルタイムなマッチングを支援する新たなシステムが続々と登場している。短期間に利用可能な小スペースの倉庫と荷主とのマッチング、増加しつつある中小の EC 事業者とロジスティクス業者とのマッチング、サービス供給側の運送事業者間のマッチングなど結びつける対象の多様化が進んでいる。進展の要因として小口・多頻度に起因する低効率な輸配送の実態や人手不足といった問題への対応の必要性も後押ししていると考えられる。

現在運用されている DSMS は、従来企業が提供しているものと2010年代に登場した新興企業が提供するものとに分けられる。前者のシステムとしては、従来の求貨求車システムに加え、貨物と倉庫とのマッチングを支援するシステム、さらには小型貨物（中ロット貨物）とトラック荷台とのマッチングを支援し他社貨物との混載により積載率向上を図るようにしたシステムが知られている。また、ネット通販の進展を見込み、EC 事業者と在庫保管用倉庫などをマッチングさせるシステムも知られている。一方、後者のシステムとしては、EC 事業者と商品の在庫を保管・管理する倉庫や関連する輸配送業者とを結びつけるプラットフォーム、多様な荷主の要求と個人経営も含めた運送業者とをオンデマンドかつリアルタイムに結びつけるシステムなどが知られている。現在運用されている DSMS の中で、特に最近登場してきたものを4つのタイプに分けて整理したものが表4.3^[2]である。

表4.3 最近登場した DSMS の 4 形態

	a)トラック空き荷台のワテ*マンド*マッチング*	b)貨物版カーパー型 (or類似)のマッチング*	c)EC事業者向けの空き倉庫マッチング*	d)供給側を束ねるマッチング*プラットフォーム
1)システム概要	<ul style="list-style-type: none"> ・荷主と空きスペースを持つトラックとのマッチング。 ・トラック荷台の空きを他社の小口貨物で埋め、混載させることにより、7割以上の積載率を目指す。人手不足へも対応。 	<ul style="list-style-type: none"> ・タクシー配車のカーパーにおける客と最適タクシーのマッチングを荷物と最適トラックとのマッチングに置き換えたようなマッチング。 ・多様な荷主・運送業者間のオンデマンド・リアルタイムでの直接的なマッチングが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中小のEC事業者と倉庫の空きスペース・期間とをオンデマンドに柔軟にマッチング。 ・倉庫スペースに加えて在庫の管理や出荷、輸配送も含め物流全体・ロジレベルの形態も存在。 	<ul style="list-style-type: none"> ・配送に関わるプレイヤー（荷主、運送会社、倉庫管理会社等）が必要とする情報を1つの地図上に表示するプラットフォーム。 ・倉庫を介する配送の運送会社間をマッチング、空車走行の割合を減らす。
2)事例	<ul style="list-style-type: none"> ・中ロット貨物マッチング (2013年～、トランコム) ・スペまち (2019年～、バンテック) 	<ul style="list-style-type: none"> ・軽タウン/PickGo (2014年～、CBcloud) ・ハコバル (2015年～、ラクスル) ・MOVO配送マッチング (2016年～、Hacobu) ・トラクルGO (2019年～、エイクロス) 	<ul style="list-style-type: none"> ・はびロジ (2008年～、はびロジ) ・ホップアップウェアハウジング (2013年～、Flexe) ・オープンロジ (2014年～、openLogi) ・souco (2017年～、souco) 	<ul style="list-style-type: none"> ・docomap JAPAN (2017年～、docomap JAPAN)

4.2.4 TRCS (トレーサビリティシステム)

TRCS は、サプライチェーン上を流れる個々の商品などについて生産や流通の履歴を、その後に遡及 (トレースバック) や追跡 (トレースフォワード) ができるように残すシステムである。その主な狙いは、消費者への安心の提供と企業のリスク管理とにある。システムの実現には、対象物をひとつひとつ区別して履歴を残す必要があることから、シリアル番号付きの識別コードを扱える RFID などが利用される。我が国では、2001年に発生した BSE 問題を契機に導入に向けた本格的な検討が始められた。なお、TRCS の対象とする商品は食品に限らず、衣料、家電、自動車など商品全般に及ぶ。

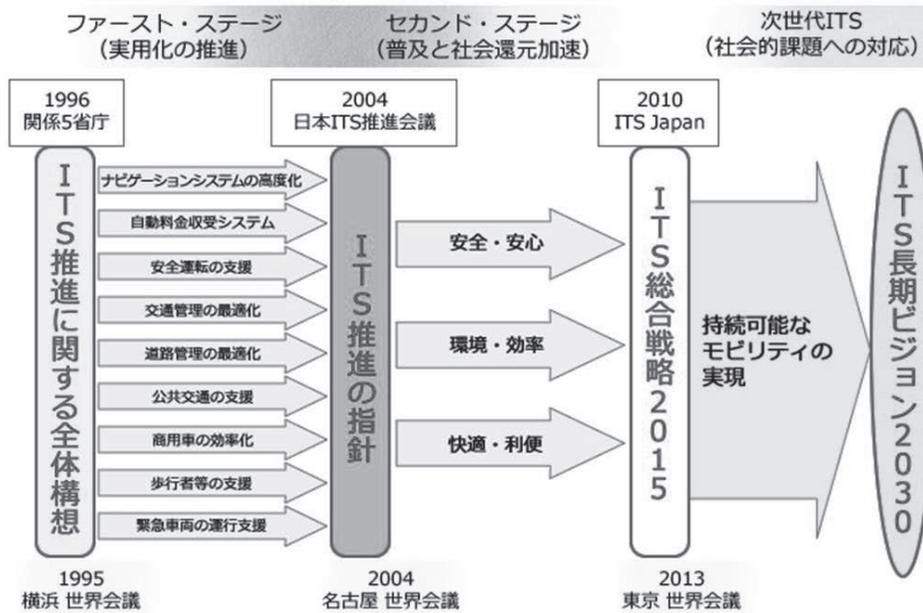
TRCS は、製品工場などの拠点に閉じた形のシステムについては実用化されているものが知られているが、特にサプライチェーンを対象とするものについては、実証実験は種々行われているものの、実用化されている事例は我が国では見当たらない状況である (注: 海外ではブロックチェーンを活用した商用化事例が見られる)。これまでの国内の取り組み事例や海外の商用化事例を表4.4に示す。TRCS では情報の信ぴょう性が重視されることもあり、最近ではブロックチェーンを活用する事例が多く見られる。また、複数の企業の連携が必要となることから情報共有が容易となる標準的な仕様の EPCIS (EPC Information Service) を利用したシステム構築の事例も見られる。

表4.4 TRCS（サプライチェーンレベル）に関する事例

No.	分類	事例			対応組織	備考
		内容	ブロックチェーン	EPCIS準拠		
1	国内／実証実験レベル	IT・ITxの安全・安心システム開発事業：野菜・果物・水産物、鶏肉・牛肉・日配品・鶏卵・牛乳などのサプライチェーンについて。電子タグ/RFIDを利用。			各種採択団体(8団体、6団体)	農水省 2005年、2006年
2		青果XPOの物流における可視化：静岡県産果物のトレーサビリティ+eコマースを実現する共通基盤の構築。生産地から東京・大阪・千葉・香港までの追跡。		○	日本IBM, 大和ハウス, 慶応大, 他	流通システム開発センター 2011年、2012年
3		ジビエ肉活用ルールのルールを守るための「ジビエ肉トレーサビリティシステム」：「誰が何をした」食肉なのかをブロックチェーンmijinにより管理し、追跡可能とする。	○		日本ジビエ振興協会	2017年～
4		農産物の生産・流通・消費履歴を保證するトレーサビリティ実証：有機農産物の生産から最終消費までをトレース。リアル消費の真正性を担保・可視化する。	○		宮崎県綾町, シブタ, ハナリニック, 他	電通国際情報サービス 2018年
5		ブロックチェーンを用いた個品管理プラットフォーム構築の概念実証(PoC)：コンビニ扱う食品の原材料の調達から配送までの個品管理プラットフォームの構築。	○		0-11	みずほ情報総研 2018年4月～
6		電子タグ(RFID)を活用した食品ロス削減に関する実証実験：コンビニ版、ネットスーパー版について実施。消費者も参加。食品情報追跡管理システム「foodinfo」を活用。			コンビニ：ファミマ、ホクレンスーパー：イトーヨーカドー 日本総研、他	経産省事業 2020年、2021年
7		医薬品の共同物流プラットフォーム：製薬企業、物流企業、卸企業間のデータのやり取りを実現するプラットフォームで、偽造品排除やトレーサビリティを実現。	○		日本通運, アクセンシア, イソル 日本	2021年に製品化予定
8		高価な資産の来歴を管理・追跡するプラットフォーム「Everledger」：紙ベースであったダイヤモンドの品質証明書や流通過程の情報をブロックチェーンで管理。	○		英Everledger社	2015年～
9		食品流通の状況をリアルタイムに追跡するプラットフォーム「Food Trust」：スーパーの店頭で並ぶ多種多様な食品に対して、原産地、加工場、流通過程などをリアルタイムに追跡可能。	○	○	IBM, ウォルマート	ウォルマート、加ブール、Dole、ネスレなど 2018年～
10		海上コンテナ輸送をリアルタイムに追跡するプラットフォーム「TradeLens」：海上コンテナ輸送で発生する全ての出荷イベントと関係書類を、リアルタイムに共有する。	○		デンマークのマースク社 米IBM	2018年～

4.2.5 ITS（高度道路交通システム）

ITSは、1996年7月に策定された「ITS推進に関する全体構想」に基づき、産官学民協力の下で推進される国家プロジェクトとして開発・実用化に向けた検討が始まった。その狙いは安全かつ効率的な道路交通の実現と環境対策であった。以降の流れは図4.2^[12]に示す通りである。GPS、GIS、路車間・車車間のITS専用の無線通信規格（DSRC: Dedicated Short Range Communication、など）といった基本技術を活用し、これまでにカーナビ（1980年～）、VICS（1996年～）、ETC（2001年～）、ETC2.0（ITSスポットサービス、2011年～）などのサービスが実用化され提供されている。これらはファーストステージ（即ち、実用化の推進フェーズ）で実用化されたものであるが、次のセカンドステージ（即ち、普及と社会還元加速）では、その後の取り組みの方向性として「安全・安心」「環境・効率」「快適・利便」といった3つの指針が示され提供されたサービスの普及に向けた取り組み等が積極的に行われた。これに続く次世代ITS（社会的課題への対応）では、「持続可能なモビリティ社会の実現」に向け、政府の戦略、産業界の動向などを考慮しつつ、将来の道路交通社会やモビリティ向上に関する取り組みが現在推進されつつある。例えば、政府の未来投資戦略2017^[13]における移動革命の実現の項目や官民ITS構想・ロードマップ2020^[14]に基づき、自家用車の自動運転、物流や人の移動のモビリティサービスの実用化に向けた実証実験が積極的に行われている。



出所：https://www.its-jp.org/about/ (ITS Japan)

図4.2 我が国のITSの歩み

5. ロジスティクス情報システムの今後の展望

本章では、現在進行中の第4次産業革命を牽引している先進技術のIoT、ロボット、AIを適用して実現される今後のロジスティクス情報システムについて展望する。具体的には、今後のロジスティクス情報システムとしてデジタルデータ利活用型のプラットフォームが期待されること、そのプラットフォームの基本的構成、さらにそのプラットフォームにおいて実現が期待されるロジスティクスサービスの方向性について一案を示す。

5. 1 今後期待されるロジスティクス情報システム

国が標榜する超スマート社会（ソサイエティ5.0）の実現に向け、今後、スマートロジスティクスの実現に向けた動きが活発化していくと予想される。ひとつの流れとして、IoT、ロボット、AIといった最先端技術を活用することにより、IoT/CPSを基本とする「デジタルデータ利活用型のプラットフォーム」が構築され、そのプラットフォームを複数のユーザー企業が共用することにより効果的なシェアリングに基づくスマートなロジスティクスサービスが実現されていくものと考えられる。ここで、スマートとは、無駄な動きをしない、利用者をイライラさせないなどを漠然と意味している。具体的に

は、サプライチェーン／ネットワーク上の空間的なサンプリングポイントと時間軸上のサンプリングポイントの双方のデジタルデータを組み合わせることによって、将来の需要と供給を予測した上でのマッチングが可能になると考えられる。このマッチングにより、物流リソースの効果的なシェアリングが可能となり、スマートなロジスティクスサービスの提供が可能になるものと考えている。

5. 2 デジタルデータ利活用型プラットフォームの基本構成

図5.1に、デジタルデータ利活用型プラットフォームの基本構成を示す。このプラットフォームは、フィジカルの世界であるサプライチェーン／ネットワークとサイバーの世界であるデジタルデータ利活用システムとが融合した形で動作するCPS（Cyber Physical System）の形態をなしている。サプライチェーン／ネットワーク上に複数のサンプリングポイントを設定し、その状態をセンサー等の機器によりデジタルデータ化し繰り返しサイバーの世界（すなわち、デジタルデータ利活用システム）へ送信する。デジタル化されたサンプリングデータは一定期間にわたって蓄積され、それを利活用することにより、効果的なシェアリングや高精度な予測を可能とし、それに基づくロジスティクスサービスを提供可能とするものである。

図5.2にデジタルデータ利活用型プラットフォームの体系を示す。Physical空間にあたるサプライチェーン／ネットワーク内の各種リソースとCyber空間上のデジタルデータ利活用システムとがCyber-Physicalインタフェースにより接続され、両者の間に従来システムや上位のデジタルデータ利活用システム（拡張系）とのインタフェースが位置付けられる。このような構成で、CyberとPhysicalとが融合して機能することになる。

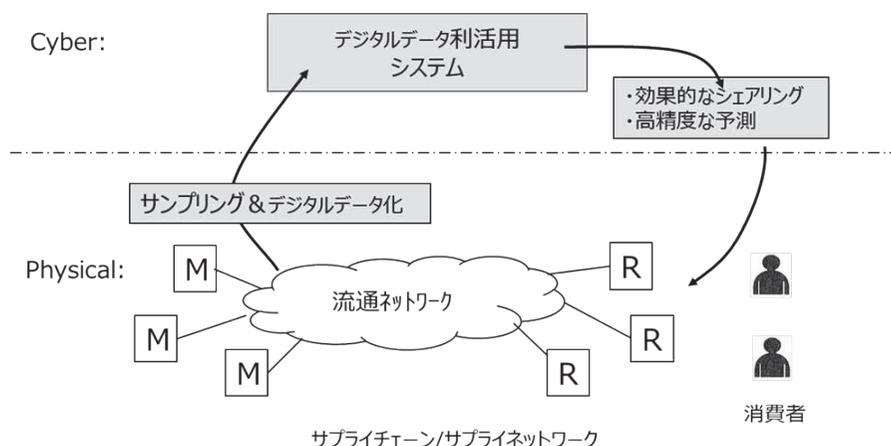


図5.1 デジタルデータ利活用型プラットフォームの基本構成

プラットフォーム利用者		荷主1	…	荷主n
Cyber (管理系)	拡張系	デジタルデータ利活用システム (→可視化>課題・方策発見>シェアリング, 予測等)		
	基本系	Cyber-Physical インターフェース	拡張系とのインターフェース	
Physical (現場リソース)	トレーサビリティシステム、 OMS/DSMS、WMS、TMS			
			サプライチェーン/ネットワーク：保管場所(+作業員)、車両(+ドライバー/組込システム)、荷役機械(+作業員/組込システム)、他	
OMS: Order Management System, DSMS: Demand and Supply MS, WMS: Warehouse MS, TMS: Transport MS				

図5.2 デジタルデータ利活用型プラットフォームの体系

5. 3 ロジスティクスサービスの将来方向

図5.3にロジスティクス分野におけるリアルの世界であるサプライチェーン／ネットワーク上のサンプリングイメージとデジタルデータ利活用の将来方向を示す。図5.3(a)に示すように、IoTによりサプライチェーン／ネットワーク上の複数ポイントをインターネットと接続し、複数ポイントに設置されたセンサーにて検知された状態をデジタル化されたサンプリングデータとしてクラウド上のサーバーへ収集する。ここで、サンプルポイントは、ロジスティクスサービスを提供する際に利用される種々のリソースとなる。例えば、物流倉庫内の色々なポイント、輸配送車両やその荷台・積荷、ドライバーなどである。サーバー上に収集されるサンプリングデータの利用の仕方には、空間的広がりof データを利用する方法と時間的な広がりを利用する方法の2つが考えられる。前者は、ある時点における（空間上の）複数地点のサンプリングデータを利用するもので、リソースの（特に空間的な）シェアリングに有効と考えられる。それに対して後者は、特定な地点やモノの（時間軸上の）複数ポイントのサンプリングデータを利用するもので、当該リソースの将来状態予測に利用可能と考えられる。空間や時間のサンプル数を増やし、より広い範囲のデータを収集していくことにより精度の高いシェアリングや予測が可能になると考えられる。

図5.3(b)にデジタルデータ利活用の将来方向を示す。特に、需要に対するロジスティクスサービスの対応の仕方についてみた場合、これまでは中長期的な予測に対し立てた中長期的な計画に基づいて対応する、いわゆる「予約型（需要に対する）」サービス提供という形態であった。さらに、2010年代に登場した新しい形態の需給マッチングシステムでは、スポット的に発生した需要に対しリアルタイムに対応するという「スポット型（需要に対する）」サービス提供の形態へと進化した。この場合、利用されている

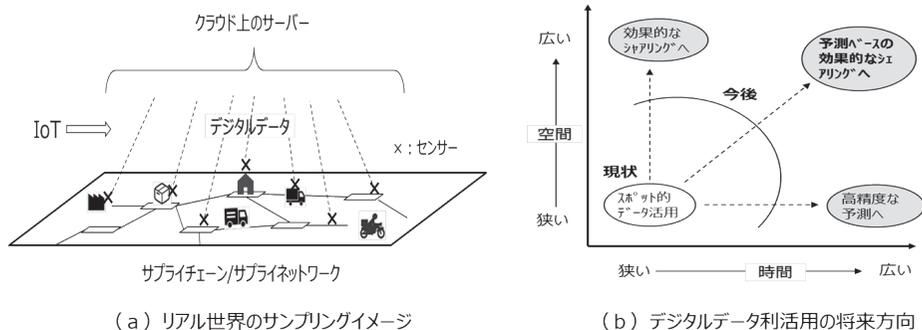


図5.3 リアル世界のサンプリングイメージとデジタルデータ利活用の将来方向

データは空間的にも時間的にも狭い範囲であり、これが現状のデータ利活用の形態と考えられる。

現状の利活用のタイプに対し、サプライチェーン／ネットワーク上に空間レベルでより広い範囲のサンプリングポイントを設定し、それぞれのポイントについてより広い時間範囲のサンプルデータを収集・利用することで、より効果的なロジスティクスサービスの提供が可能になると考えられる。即ち、空間的なサンプリングポイントを広げることにより、効果的な（空間的視点の）シェアリングが実現可能と考えられ、一方、時間軸上に広げたサンプリングデータを利用することにより、サンプリング箇所の高精度な将来予測が期待できる。両方のデータを同時に活用することによって、『将来需要に対し予測ベースでのリソースシェアリングで対応可能なスマートロジスティクスサービス』の提供が可能になるものと考えられる。

6. まとめ

以上、本稿では、ロジスティクスオペレーションの高度化に寄与する情報システムを取り上げ、導入当初からこれまでの進展の状況を概観するとともに、今後期待される方向の一案を示した。

まず、冒頭の第2章では、ロジスティクスとその基本的な役割を示した上で、ロジスティクス分野において現在どのような情報技術・システムが活用されているかを簡単に紹介した。

続く第3章では、ロジスティクス業務の高度化に寄与してきた5種の情報システム、即ち、WMS (Warehouse Management System), TMS (Transport Management System), DSMS (Demand and Supply Matching System), TRCS (Traceability System), および ITS (Intelligent Transport System) を挙げ、ロジスティクスの課題

との関連性を示した上で、これら5種の情報システムの進展を支える情報技術を、①デジタル技術、②モバイル・ワイヤレス技術、③インターネットとクラウド技術、および④第4次産業革命を牽引する先進技術の4つに分類し、それぞれの進展状況を紹介した。

さらに、第4章では、上記5種のロジスティクス情報システムについて、最近までの流れを概観した上でそれぞれの進展の状況を事例も交えて紹介した。

その上で、第5章においてロジスティクス情報システムの将来方向としてデジタルデータ活用型プラットフォームが期待され、その運用を通して『将来需要に対し予測ベースでのリソースシェアリングで対応可能なスマートロジスティクスサービス』の提供が可能になることを示した。

第4次産業革命時代には、ロジスティクスの分野においても、IoTをベースとしてロボットやAIの活用が積極的に進められるが、将来のロジスティクスを効果的なものとするために、クラウドサーバー上に収集されるデジタルデータを如何に活用するかがポイントになるものと考えられる。今回示した提案はその端緒の位置付けにあたるものと考えている。

参考文献

- [1] 小野塚征志：『ロジスティクス4.0』，日本経済新聞出版社，2019年3月15日
- [2] 増田悦夫：物流における需給マッチング支援システムの進展の状況と今後，物流問題研究，No.69，2020年11月
- [3] 〈座談会〉進化するTMSの機能と可能性；その選択・活用の勘所，『TMSハンドブック』，(株)流通研究社，2004年9月
- [4] フルノシステムズの原点，歴史—フルノシステムズ，<https://www.furunosystems.co.jp/history/>
- [5] FURUNO GPS 開発ヒストリー—FURUNO，https://www.furuno.com/special/jp/gps_history/index.html
- [6] クラウドコンピューティング登場の背景と歴史とは，リードプラス株式会社，<https://www.cloud-for-all.com/blog/history-and-background.html#toc-1>
- [7] トレーサビリティとは—コトバンク，<https://kotobank.jp/word/トレーサビリティ-6814>
- [8] ISID，ブロックチェーンで農産物の生産・流通・消費履歴を保証するトレーサビリティ実証実験を開始（2018年05月17日）—プレスリリース—電通国際情報サービス（ISID），<https://www.isid.co.jp/news/release/2018/0517.html>
- [9] 始まりは1981年のホンダ！カーナビの歴史：その1—トヨタ自動車のクルマ情報サイト—GAZOO，<https://gazoo.com/column/daily/20/02/06/>
- [10] ITS について：ITS-TEA—（一財）ITS サービス高度化機構，<https://www.its-tea.or.jp/>

its_etc/its_its.html

- [11] 官民 ITS 構想・ロードマップ～世界一安全で円滑な道路交通社会構築に向けた自動走行システムと交通データ利活用に係る戦略～, 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部, 平成26年6月3日, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/kanminits_140603.pdf
- [12] ITS とは—ITS Japan, <https://www.its-jp.org/about/>
- [13] 未来投資戦略—society5.0の実現に向けた改革—, 官邸, 2017.6.9, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_t.pdf
- [14] 官民 ITS 構想・ロードマップ2020, 官邸, 2020.7.15, https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20200715/2020_roadmap.pdf