

**全世界
インフラ整備関連の中国の動向に
関する情報収集・確認調査
報告書**

令和元年 10 月
(2019 年)

**独立行政法人
国際協力機構 (JICA)**

**株式会社 国際開発センター
日本テピア株式会社**

東 中
J R
19-018

**全世界
インフラ整備関連の中国の動向に
関する情報収集・確認調査
報告書**

令和元年 10 月
(2019 年)

**独立行政法人
国際協力機構 (JICA)**

**株式会社 国際開発センター
日本テピア株式会社**

目次

1. 調査の背景と目的.....	1
1.1 本調査の背景.....	1
1.2 本調査の目的.....	2
2. 中国のイノベーション関連政策の概要と進捗.....	3
2.1 まとめ.....	3
2.2 代表的政策の概要と進捗.....	4
2.2.1 中国製造 2025.....	4
2.2.2 インターネット+.....	17
2.2.3 イノベーション政策.....	21
3. 分野ごとの調査結果.....	28
3.1 次世代情報通信技術（光ファイバー、5G、端末等）.....	28
3.1.1 関連政策の概要と進捗.....	28
3.1.2 中国企業の技術レベルと動向.....	29
3.1.3 日中企業の競合・協働の可能性.....	40
3.1.4 中国企業における他の先進的事例.....	57
3.2 先進軌道交通設備（高速鉄道、地下鉄を含む都市軌道交通設備等）.....	58
3.2.1 関連政策の概要と進捗.....	58
3.2.2 中国企業の技術レベルと動向.....	60
3.2.3 日中企業の協働可能性.....	73
3.2.4 中国企業への政府の優遇政策（湖南省株洲市事例）.....	80
3.3 電力設備分野（新エネルギー・再生エネルギー、エネルギー貯蔵設備、スマートグリッドICT活用による効率化を含む）.....	82
3.3.1 関連政策の概要と進捗.....	82
3.3.2 中国企業の技術レベルと動向.....	85
3.3.3 日中企業の競合・協働の可能性.....	94
3.3.4 中国企業における他の先進的事例.....	98
3.4 物流（ICT活用による物流産業の高度化を含む）.....	100
3.4.1 関連政策の概要と進捗.....	100
3.4.2 中国企業の技術レベルと動向.....	103
3.4.3 日中企業の競合・協働の可能性.....	114
3.4.4 中国企業における他の先進的事例.....	118
4 第三国調査結果.....	120
4.1 日本企業と中国企業の優位性比較.....	120
4.2 日中協働の類型化.....	122
4.2.1 部品・機材供給型.....	122
4.2.2 共同事業体形成型.....	122
4.2.3 異業種間協力型.....	123
4.3 日中協働の事例分析.....	124

4.3.1	ベトナム チョンソン水力発電事業【部品・機材供給型】	124
4.3.2	ベトナム ハイフォン第二火力発電所事業【共同事業体形成型】	126
4.3.3	ベトナム ブンアン第二火力発電所事業【共同事業体形成型】	126
4.3.4	タイ スマートシティ開発（日中協働検討段階）	127
4.3.5	カザフスタン アティラウ製油所近代化事業 第三フェーズ【共同事業体形成型】	128

1. 調査の背景と目的

1.1 本調査の背景

中国では、これまでの労働と資本の大量投入による経済成長から、イノベーションや生産性向上を伴う質的向上への転換が図られている。2006年2月に15年間の計画である「国家中長期科学技術発展計画綱要」が発表され、2020年までに中国を世界トップレベルの科学技術力を持つイノベーション駆動型国家とすることが目指された。そのために総研究開発費の拡充（2020年までに対GNP比2.5%）や、重点分野の強化等の方針が掲げられた。また、2015年5月には、情報通信技術の発展に支えられた製造業の高度化を目指すものとして、先進諸国の動向や中国国内における労働コストの上昇など中国経済をめぐる状況等も踏まえ、今後10年間における製造業発展のロードマップである「中国製造2025」や「インターネット+」といった政策が打ち出された。その結果、中国の国家イノベーションランキングは2008年の28位（日本は9位）から2019年の13位（日本は14位）に上昇し、2017年の国際特許出願件数では日本を抜いて世界第2位になるなどの成果を見せている。華為（スマホ）、DJI（ドローン）など国際競争力のある企業も台頭してきている。また、中国国内では、スマホ決済とこれによるビッグデータの集積、自転車等のシェアリングサービス、シェアバッテリー、無人コンビニ等の新しいサービスも生まれている。

日本政府は、成長戦略の一環として、日本が強みを有する技術・ノウハウを最大限に活用し、世界の膨大なインフラ需要を取り込む「インフラシステム輸出戦略」を進めている。優れた技術・製品を有し海外展開に関心がある中小企業は多いものの、自前で他国競合企業等の情報収集を行うことは容易ではない。

一方、日中関係に関しては、2017年11月に開催された日中首脳会談において「民間企業間のビジネスを促進し、第三国でも日中のビジネスを展開してゆくことが、両国のみならず対諸国の発展にとっても有益である」との点で一致した。2018年6月に李克強首相の訪日時には、上述の日中民間企業による第三国での協力推進のための委員会とフォーラムの設立について合意された。今後の日中関係においては、「競合」のみならず「協働」の可能性を追求していくことが両国の共通認識となっている。

そのため、中国企業の最新動向、技術レベル、今後の動向予測を踏まえ、将来の「競合」、「協働」の可能性を含めた選択肢を検討することが、これら中小企業の海外展開の検討の一助となると考えられる。

かかる状況を踏まえ、中国のイノベーションに関連する政策の進捗状況、成果、今後の方向性、中国企業の技術レベル、技術開発の動向を把握するとともに、中小企業を中心とする日本企業の関連技術レベルとの比較を行い、日本企業の優位性や日中企業の競合・協働の可能性について検討することとなった。更に、開発途上国の社会経済開発に貢献でき、かつ、日中企業の協力を含めた今後の日本企業の海外展開が見込まれる技術・事業の検討と、実現に向けた課題、留意点、貴機構として取りうる方策等について取りまとめることになった。こうした背景から、本調査が実施されることとなった。

1.2 本調査の目的

本調査の目的は、中国でのイノベーションに関連する政策の進捗状況、成果、今後の方向性、対象分野における中国企業の技術レベル、動向を把握するとともに、日本企業の関連技術レベルとの比較を行い、日中企業の競合・協働の可能性について検討することであった。

さらに、開発途上国の社会経済開発に貢献でき、かつ、日中企業の協力を含めた今後の日本企業（特に、中小企業）の海外展開が見込まれる技術・事業の検討と、実現に向けた課題、留意点等について取りまとめ、今後の関連業務の参考資料とすることも求められた。また、対象分野において海外展開に関心を有する中小企業を中心とした本邦企業への関連情報の提供を行い、これら企業の海外展開支援の一助となることも期待された。

対象分野は、「次世代情報通信技術（光ファイバー、5G、端末等）」、「先進軌道交通設備」、「電力設備」、「物流（ICT活用による物流産業の高度化を含む）」であった。

また、調査の対象地域としては、中国、及び日中民間企業による第三国協力の先行事例実施国としてベトナム及びタイが選択された。

2. 中国のイノベーション関連政策の概要と進捗

2.1 まとめ

2015年5月19日、国務院は「中国製造2025」を発表した。「中国製造2025」が制定される背景には、2009年の国際金融危機の後、先進国がハイエンドの製造業に回帰し、中低所得国がミドル・ローエンドの製造業に注力する動きがあり、中国は「双方の圧力」（先進国の製造業重視、他の途上国の労働集約的産業の誘致）に直面していると位置付けている。中国はニューノーマル（高度経済成長が終わり、中高速成長期に入ったこと）に入り、中進国の罠に陥ることなく、先進国になるためには、安価な労働力に依存する産業からより高度な産業へと転換が必要であることが背景にある。

「中国製造2025」では、自主イノベーション能力の欠如、低い製品品質、不合理な産業構造、資源環境負荷能力と要素費用の問題、低い産業国際化の問題点等が指摘されている。中国は、2025年、2035年、2049年の3段階に分けて、製造業大国から製造業強国となることを目標として定めており、その手段として、目下、製造業において「両化融合」（情報化と工業の深い融合による製造業全体の発展）が進められている。「インターネット+」は、製造業のみならず、社会全体の隅々まで情報通信技術を活用し効率化を図る試みである。また、中国経済を持続させるための政策手段として「大衆による起業および万人によるイノベーション」があり、政府が主導して起業を奨励している。また、「中国製造2025」ではイノベーション駆動型発展の考えが中核にあり、目下、産学官連携による製造業イノベーションセンターの建設が急速に進められ、ジェネリックテクノロジーの技術力向上が図られている。

最近の国際的な指標を見ると、フォーチュン・グローバル500では、中国企業が米国企業を超過し、世界ブランド500強においても中国企業のプレゼンスは徐々に高まっている。ユニコーン企業については、米国に次ぎ第2位となっており、政府主導で起業を後押ししている成果が出ていると思われる。グローバル・イノベーション・インデックスでも、2018年に日本を超過し、世界第3位である。このようにグローバルな指標で見ると、「中国製造2025」の成果が出ていることが窺える。また、国家主導で進められてきたインフラ分野に該当する装備製造業（電力設備、高速鉄道等）は、競争力が向上し、情報通信分野では先進国を凌駕する実力がある。フォーチュン・グローバル500の中国企業の約7割は国有企業となっており、競争力のある企業の主体は民間企業ではなく、国有企業であるのが特徴となっている。

一方で、生産能力過剰のセメントや鉄鋼産業や、自動車等、キャッチアップの段階にある産業もある。また、消費財に向けてみると自国の製品を信用できず、外国製の粉ミルクを購入する傾向がある等、製造業の分野によって競争力や品質に相当の差異がある。また、国内どこにいても品質が均一的である日本とは異なり、中国では地域によってばらつきがある。同様に、北京、上海、広州等の大都市においては優秀な人材が集まるが、人材流出に歯止めがかからない地方都市もあり、国全体として製造業の底上げを行うには課題が存在する。

経済成長が著しく、製造業を中心とした実体経済よりも金融等による仮想経済による利益率が上回る中、製造業で働く技術者は3K（きつい、汚い、危険）との認識が社会にはあることから技術者が定着しづらく、結果として、イノベーションの阻害要因となり得る可能性もある。「中国製造2025」が発表されてから、政府主導でスマート化とは性質を異にする「工匠精神」（クラ

フツマンシップ) という政策的概念が出されたのは、インターネットを中心とした情報通信技術で解決することが出来ない部分があるためであると思われる。

2.2 代表的政策の概要と進捗

2.2.1 中国製造 2025

1) 概要

2015年5月19日、国務院は「中国製造 2025」を発表した。「中国製造 2025」が制定される背景には、2009年の国際金融危機の後、先進国がハイエンドの製造業に回帰し、中低所得国がミドル・ローエンドの製造業に注力する動きがあり、中国は「双方の圧力」に直面していると位置付けられていることがある。

先進国では、米国は先進製造パートナーシップ (AMP) や全米製造イノベーションネットワーク、ドイツはインダストリー4.0、英国は工業 2050 戦略を打ち出し、日本は2014年製造業白書の中でロボット産業を重点とすることを位置付けている。一方、インド、ベトナム等の途上国では、労働コストの比較優位を利用し、ミドル・ローエンドの製造業の誘致が進められており、中国における人件費の上昇により、外資企業では中国から生産拠点を移転する動きがある。「中国製造 2025」は、中国自身の置かれる現状を鑑みて、先進国（特にドイツ）を参考にしつつ、立案されたものである。

2010年に中国の世界における製造業生産額は米国を超過し、製造業大国となった。約500余りの主要工業品目の内、220品目が世界一位となっている¹。しかし、中国は「中国製造 2025」で、中国の工業は大きいが強くない（中国工業大而不強）と位置付けている。日本、韓国の工業化はそれぞれ1973年、1995年に完了したのに対し、中国は工業化の中後期に属し²、2020年迄に工業化が基本的に完了する見込みである。「中国製造 2025」が発表された時点では、自国の現状分析として自主イノベーション能力の欠如、低い製品品質、不合理な産業構造、資源環境負荷能力と要素費用の問題、低い産業国際化の問題点が指摘されている³。

自主イノベーション

分野によっては、コアとなる技術が欠如し、この背景には、研究開発費への投入が先進国と比べ小さいことがある。2013年に初めて中国の研究開発費の投入が対GDP比2%を超過し2.08%となったが、米国の3.2%（2011年）と比較し依然として差がある。国際的には研究開発費は売上高の2%～3%程度であるが、中国の大企業・中規模の企業では1%に過ぎず、多くの中小零細企業の研究開発費は更に小さい。

2014年、中国の特許申請数は世界1位であるが、大部分は外観の設計であり発明の特許ではない。多くのコアとなる部品、システムやソフト、ハイエンド装備は基本的に輸入に依存している。ロボットを例に挙げると、中国製のコア部品は安定性、ライフ、精度、雑音制御等の面で遅れており、ロボットで必要となる減速機の殆どは日本企業からの輸入に依存している。

¹ 黄群慧、賀俊，中国製造強国若干重大问题研究，中国製造 2025 藍皮書（2017）

² 冯飞、王晓明，王金照 对我国工业化发展阶段的判断 中国发展观察，2012年第8期

³ 苗圩，深入贯彻落实《中国製造 2025》，《中国製造 2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集

製品品質

「中国製」は品質が悪いと広く認識されている実態があり世界的ブランドと国際的な企業が不足している。国の監督機関によるサンプル調査では合格率は約 90%であり、輸出品は長期に亘り国外でのリコール問題が生じ、その数は世界で最も多く、製造業の年間直接的な損失は 2,000 億元とされている。2014 年、世界ブランド 500 強の内、米国の 227 ブランド、フランス 44、英国 42、日本 39 に対し、中国は 29 ブランドと少ない。

産業構造

鋼鉄、電解アルミニウム、板ガラス、セメントといった資源集約型産業の生産能力過剰の問題が顕著である。鉄鋼では 2012 年から 2014 年の期間、粗鉄生産能力はそれぞれ 10 億トン、10.4 億トン、11.4 億トンであるのに対し、生産量は 7.2 億トン、7.79 億トン、8.23 億トンであり、生産能力利用率は 72%、74.9%、72.2%に過ぎない。鋼材価格が下がり、鋼鉄業界の利益率は減少傾向にある。

資源環境負荷能力及び要素費用

資源環境負荷能力及び要素費用は限界に近い。資源エネルギーでは、一人当たりの淡水量は世界平均の 28%、耕地は 40%、森林資源は 25%、石油採掘量は 7.7%、鉄鉱石・銅は 17%と少なく、環境汚染では、全国の都市の 70%は大気の質の基準を満たすことが出来ない状況にある。要素費用から見ると人口ボーナスが減少するに従い人件費が上昇し、製造業の比較優位が失われている。2014 年、生産年齢人口は、2011 年のピークから 560 万人減少しており、労働供給不足は、労働コスト上昇に働く。

産業の国際化

産業の国際化は低く、グローバル経営能力が不足している。多くの企業には対外投資の長期的発展戦略と人材が不足しており、大型投資管理と大型資本オペレーション管理等の経験が不足しており、国際市場の変化に疎く、相手国の投資環境、法律等に対する理解が浅い。国際貿易環境の変化が、中国企業の新しい挑戦となる可能性があり、米国によるサービス貿易、知的財産権、労働者・環境保護の高い障壁が、中国の輸出製品のコスト優位性を更に低下させ、海外進出戦略（走出去）に影響を与える。

苗圩・工業信息化部部長は、「中国製造 2025」のフレームワークを「一二三四五五十」として以下の表 2.2.1 のように説明している⁴。

「一」は、製造業大国から製造業強国への目標である。

「二」は「両化融合」であり、情報化と工業化の高いレベルでの深い融合であり、情報化が工業を導き、工業が情報化を促進するという新型工業化の方向性であり、「中国製造 2025」政策実現に向けた中心的な考え方となっている。

「中国製造 2025」は中国の製造業の競争力強化を目的とするが、「四」の原則 4 にあるように協力の推進がある。実際にドイツと協力関係にあり⁵、量子通信、航空、宇宙探索、エネルギー、環境対策、災害対策等、幅広い分野において人的交流、共同研究、協力モデルの模索を試みている。国際競争の中で自国の発展を主軸としつつも、外国を排除する政策ではない。

「五」の 5 大プロジェクトは、製造業イノベーションセンター、工業基盤強化、スマート製造、グリーン製造、ハイエンド装備イノベーションであり、それぞれに 2016 年～2020 年までの実施ガイドラインが定められている。5 大プロジェクトの内、本稿では、製造イノベーションセンター、工業基盤強化、スマート製造の進捗状況について、整理を行う。

「十」は重点産業 10 分野であり、その内、宇宙設備、電力設備、軌道交通設備については、先進国の水準に近く、コストパフォーマンスが高いと位置付けられており、国際上の競争に積極的に参加すべきとしている。ここでは、大企業（特に中央の国有企業）が中心的な役割を担うことが期待されている。10 分野の内、7 分野は装備製造業であり、重点の中の重点（核心）とされる（図 2.1.1）。本調査の対象分野である電力設備、軌道交通設備は、「一带一路」による需要があると位置づけ、軌道交通設備は 2025 年迄に国外業務比率を 40%にする目標を掲げている。通信設備は、中国は世界最大のインターネットネットワークを構築しており、市場価値の高い世界インターネット企業トップ 10 の内、中国企業は 4 社を占め、優位性がある⁶。一方で集積回路の分野では国内販売の約 85%（2013 年）は輸入に頼っており、国産化率の引き上げが課題としている⁷。

⁴ <http://news.163.com/15/0520/18/AQ32C34D00014AEE.html>

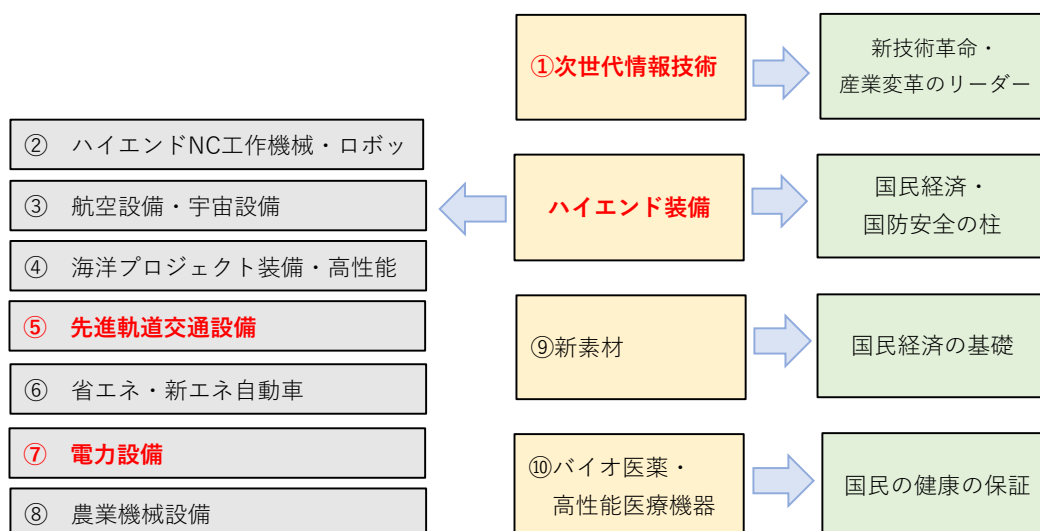
⁵ 科技创新共塑未来・德国战略; <http://www.most.gov.cn/tztg/201611/W020161123335989847224.pdf>

⁶ Internet Trends 2015, Marry Meeker; https://www.bondcap.com/pdf/Internet_Trends_2015.pdf

⁷ 大力推动重点领域突破发展, 屈贤明, 《中国制造 2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集

表 2.2.1 「中国製造 2025」のフレームワーク

一	目標：製造業大国から製造業強国へ
二	両化融合（情報化と工業の深い融合による製造業全体の発展）
三	2025年迄に先進国との格差を縮小し、製造業強国へ 2035年迄に地位を固め、レベルを向上し、製造業強国の中位に位置 建国100周年（2049年）迄に、総合的な実力が製造業強国の先頭に立つ
四	原則1：市場が主導し、政府が率先 原則2：現実に基づき、長期的な視点 原則3：全体で推進し、重点的に突破 原則4：自主発展と協力の推進
五	5方針：イノベーション、品質を優先、グリーン発展、構造改善、人材重視
五	5大プロジェクト （製造業イノベーションセンター建設、工業基盤強化、スマート製造 グリーン製造、ハイエンド装備イノベーション）
十	10大重点産業 （次世代情報技術、ハイエンドNC工作機械・ロボット、航空・宇宙装備、 海洋プロジェクト装備・高性能船舶、先進軌道交通装備、省エネ・新エネ自動車、 電力装備、農業機械装備設備、新素材、バイオ医療・高性能医療機器）



出所：大力推动重点领域突破发展，屈贤明，《中国制造 2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集

図 2.2.1 「10大重点産業」

また、中国の製造業は主に5つに類型化され⁸、表 2.2.2 のように異なる戦略がとられている。先進国に追いつく必要のある「キャッチアップ型」（追赶型）、先進国と比較し技術的な差が殆どない「リード型」（领先型）、国内の労働コストの高い地域から低い地域への産業移転、或いは生産能力過剰な産業の国外への直接投資が必要な「移転型」（转移型）、急成長を遂げている「超越型」（弯道超车型）、今後、国による優先的・重点的な育成が必要な戦略型（战略型）に類型化される。

⁸ 深入贯彻落实《中国制造 2025》，苗圩，《中国制造 2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集

表 2.2.2 中国製造業の類型化

	リード型	
	分野	高速鉄道、電力設備、造船、家電等
	任務	非国産化部分の国産化
	超越型	
	分野	情報通信産業（ソフト、スマートフォン）
	任務	国内市場の活用し、生産加工能力を完璧にし、迅速にコンセプトを製品の優勢に転換
	キャッチアップ型	
	分野	自動車、先進装備製造、新素材、生物医薬、高性能医療器械
	任務	海外におけるM&Aによる先進技術、知識財産権の獲得、海外における研究開発センターの設置等
	戦略型	
分野	航空・宇宙設備、ハイエンドNC工作機械、ロボット、集積回路、専用設備	
任務	国による優先的な発展、重点的な支援	
移転型		
分野	労働集約型産業（軽工業）、生産能力過剰の産業（鉄鋼・セメント）	
任務	労働集約型産業は中国東部から中西部へ 生産能力過剰の産業（鉄鋼セメント等）は、インフラ需要の高い途上国への直接投資	

出所：深入贯彻落实《中国制造2025》，苗圩，《中国制造2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集より作成

リード型にある装備製造業（高速鉄道、発電設備、送変電設備等）や超越型にある情報通信設備は、2006年に国務院が発布した「装備製造業振興を加速することに関する若干の意見」（关于加快振兴装备制造业的若干意见）の政策以降、急速な発展を遂げ、2013年時点で20兆円と全世界の装備製造業生産額の3分の1を占め世界第一の規模となっている⁹。

「中国製造2025」の実施体制

国務院は、製造強国建設指導グループ弁公室（国家製造強国建設領導小組弁公室）を設置し、2015年7月2日に第1回目の会議が開催されている。同弁公室は工業信息化部に設置され、重大問題の研究、モニタリング・監督・実施、重大問題の定期報告、計画実施中の問題の調整を行っている。重大プロジェクトの資金は2つの方法があり、産業化プロジェクトは産業投資基金の方式（例：国家集積回路産業投資基金）、研究開発プロジェクトは事後的な補助金がある¹⁰。

同弁公室の諮問機関として、「国家製造強国建設戦略諮問委員会」（NMSAC）が設置されている¹¹。同委員会は、産業経済、各専門領域、協会、企業代表等のアカデミーや専門家から構成されている。主要任務は、製造業発展の見通し、戦略性、長期的問題についての研究である。

地方政府は、計画実施において重要な役割を果たすことが期待されており、行政区によって指導グループの設置や、実施方法の制定を行っている。

⁹ 尤政《強化工业基础能力》，《中国制造2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集

¹⁰ 关于印发《国家科技计划及专项资金后补助管理规定》的通知 财教[2013]433号
http://jkw.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201312/t20131204_1020452.html

¹¹ <http://www.cm2025.org/>

2) 進捗

2015年に「中国製造2025」の政策が打ち出されて以降、以下のような、「中国製造2025」モデル地域、「スマート製造試験モデル専門行動実施計画」等、中央の政策を地方や企業レベルに落とし込む動きや、「工匠精神」といった新しい概念による「中国製造2025」の方向性の変化が見られる。

「中国製造2025」国家級モデル区

2016年、工業和信息化部は、「比較優位に基づき、重複を回避した発展を促進し、中央と各省の協力を深化させる原則」に基づき、「中国製造2025」省・市別指南（「中国製造2025」分省市指南）を制定し、2017年にはその内容が改定されている。工業和信息化部は、モデル都市での経験を他の都市へと推進し広めていくことため、「中国製造2025」試験モデル都市の選定を開始した。モデル都市では、3つの原則（①地方を主、政府が誘導、都市が実施、②一市一案とし特色を出すこと、③先進的・有効なイノベーションをモデルとして展開）を遵守することが必要とされる¹²。「中国製造2025」試験モデル都市は、表2.2.3のとおりである。

その後、2017年7月、国務院総理は国務院常務会議にて、「中国製造2025」国家級モデル区を設置し、産業のグレードアップをすることを指示した。これは「中国製造2025」試験モデル都市の昇級版となり、同モデル区に対する優遇政策として、手続きの簡略化、財税支援、土地供給、人材育成がある。2017年11月、国務院は「中国製造2025」の実施を加速し、地方行政区が製造業のレベルアップのため新ルート・新モデルを模索することを奨励・支援するとし、「中国製造2025」国家級モデル区の建設を開始した¹³。2018年3月には、国家製造強国建設戦略諮詢委員会（NMSAC）が審査を行っている¹⁴。

「中国製造2025」国家級モデル区の建設とは別に、2018年11月、「産業移転指導目録」（2018年）が出されており（2012年版の改定）、中国各省市毎に強化していく産業、撤退すべき産業等のリストが細かく示されており、各地域における産業構造転換を進めていることが分かる¹⁵。

表 2.2.3 「中国製造2025」試験モデル都市

【都市】

浙江省寧波市、浙江省湖州市、福建省泉州、遼寧省瀋陽市、寧夏回族自治区吳忠市、吉林省長春市、湖北省武漢市、山東省青島市、四川省成都市、江西省贛州市、広東省広州市、安徽省合肥市、

【都市クラスター】

蘇南5市（鎮江市、南京市、常州市、無錫市、蘇州市）、珠江西岸6市1区（佛山市（順德区）、中山市、珠海市、江門市、陽江市、肇慶市）、湖南省（長沙市、株州市、衡陽市、湘潭市）、河南省（鄭州市、洛陽市、新密市）の都市群

出所：各報道より作成

山東省青島市は、2017年3月に工業和信息化部から、山東省から唯一「中国製造2025」モデル都市として認定されている。同市は、2017年10月に「中国製造2025」青島市行動綱要¹⁶を發布

¹² http://www.gov.cn/xinwen/2017-05/24/content_5196358.htm

¹³ 国务院办公厅关于创建“中国制造2025”国家级示范区的通知 国办发〔2017〕90号

http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-11/23/content_5241727.htm

¹⁴ <http://www.cm2025.org/show-15-175-1.html>

¹⁵ 产业发展与转移指导目录（2018）

<http://gxj.np.gov.cn/cms/pages/100452730382040000/attachments/%E4%BA%A7%E4%B8%9A%E5%8F%91%E5%B1%95%E4%B8%8E%E8%BD%AC%E7%A7%BB%E6%8C%87%E5%AF%BC%E7%9B%AE%E5%BD%95.pdf>

し、2020年及び2025年までの目標や重点的な産業分野が示している。重点的な産業としては、5大ハイエンド装備製造業（①海洋プロジェクト装備・ハイテク船舶、②先進軌道交通設備、③省エネ新エネ自動車、④航空宇宙装備、⑤スマート製造装備、4大戦略的新興産業（①新世代情報技術、②新素材、③新生物医薬、④新エネ）、5大伝統製造業の転換（①家電製造業のスマート化、②紡績・服飾の大規模な個性的なオーダーメイド、③食料・飲料産業のバリューチェーンのハイエンド化、④石油化学工業のグリーン発展、⑤伝統的な装備製造業のスマート化レベルの向上）となっている。

2018年5月、青島市は、国務院により「中国製造2025を推進し、工業が安定的に成長し、産業転換の効果が顕著な都市」の類別において、高く評価され山東省内で唯一表彰を受けている。この背景として青島市経済信息化委員会関係者は、家電、軌道交通、省エネ・新エネ車、海洋製造業の産業集積があることをあげている¹⁷。

なお、山東省人民政府は、2016年3月に「中国製造2025」山東省行動綱要¹⁸を發布し、現状の課題や中央の政策に呼応した省レベルでの政策の方向性を示している。その後、2018年2月、山東省人民政府は、「山東省新旧エンジン転換重大プロジェクト実施計画」（山東省新旧动能转换重大工程实施规划）¹⁹を發布し、2022年までの山東省内各都市が取り組む産業の重点を示している。なお、山東省の政策関係者によると、米中貿易摩擦を受け、最近は「中国製造2025」の言葉は用いず、「新旧エンジン転換」が代わり使われているとのことである。

青島市は、家電、軌道交通、海洋産業といった製造業の基礎がある一方で、人材流出の課題を抱えている。「中国製造2025」モデル都市間でも人材の流入が著しい地域とそうでない地域があることが窺える。「2018山東秋季人材流動報告」によると、山東省の大学卒業生は、就職先の希望として近隣で経済発展の著しい江蘇省（19.1%）が第1位、浙江省（18.8%）が2位となっており、引き続き山東省に留まりたいとする人は全体の17.7%に満たない結果となっている。第4位から第6位は、北京（10.8%）、上海（8.7%）、広州市（7.8%）が続いている²⁰。特に、コンピューター、電子情報を専門とする者に人材流出の傾向が強く、専門分野における産業の発展性の有無が外部流出の要因となっている。

¹⁶ 关于印发《中国制造2025》青岛市行动纲要的通知（2017年10月27日 半岛网），
<http://www.qingdao.gov.cn/n172/n68422/n1527/n31282358/171229102652506150.html>

¹⁷ 青岛推动实施“中国制造2025”获国务院点赞（2018年5月8日）

¹⁸ 《中国制造2025》山东省行动纲要，<https://baike.baidu.com/item/《中国制造2025》山东省行动纲要/19491507?fr=aladdin>

¹⁹ 山东省新旧动能转换重大工程实施规划，https://www.sohu.com/a/223485164_99964892

²⁰ http://www.sohu.com/a/278583579_693854

工業基盤強化

工業基盤強化は、「中国製造 2025」の 5 大プロジェクトの 1 つであり、四基（①コア部品、②コア素材、③先進プロセス²¹、④産業技術基盤）の工業基盤能力が弱いことが製造業のイノベーションと品質レベル向上の阻害要因と位置づけられている。

「中国製造 2025」は 10 大重点分野において、2025 年までに 70%のコア部品、コア素材を国産化し、80 種の先進プロセスを広く普及・応用させ、一部は国際的に競争力を有し、産業技術基盤を改善し、産業イノベーションを生み出すことが目標として明確化されている。2016 年 11 月、国家製造強国建設戦略諮詢委員会は、「工業“四基”発展目録（2016 年版）」²²を公表している。同目録の作成は 2015 年 3 月に開始され、約 40 名の中国工程院の院士、約 200 名の専門家、企業幹部が作成に参画している。2 年に一度見直しが行われることになっており、本調査の対象となる情報通信技術、軌道交通設備、電力設備の四基（①コア部品、②コア素材、③先進プロセス、④産業技術基盤）のリストは表 2.2.4～表 2.2.6 のとおりである。

工業基盤強化プロジェクトは、2016 年末時点で、276 のプロジェクトが実施されており、内訳は、コア部品（プロジェクト数 120、投入額 169 億元）、コア素材（プロジェクト数 93、投入額 162 億元）、先進プロセス（プロジェクト数 15、投入額 28 億元）、産業技術基盤（プロジェクト数 48、投入額 64 億元）となっている²³。プロジェクト数、投入額ともに、コア部品とコア素材が主となっている。なお、中央の取り組み以外に、四基（①コア部品、②コア素材、③先進プロセス、④産業技術基盤）の産業が集積している行政区（江蘇省、福建省、重慶市等）では、省・市レベルの計画を立案・実施している。

²¹ 技術そのものではなく、製品を製造する方法

²² <http://www.cm2025.org/uploadfile/2016/1122/20161122053929266.pdf>

²³ 第十五章 工業強基，謝振忠，中国製造 2025 藍皮書（2017）

表 2.2.4 情報通信技術の四基 (①コア部品、②コア素材、③先進プロセス、④産業技術基盤)

コア部品
1. エンベデッドCPU、2. DDR4対応メモリー、3. 携帯電話アプリケーションプロセッサ、4. HKメタルゲート、5. フィン型電界効果型トランジスタ、6. 量子デバイス、7. FPGAおよびダイナミック・リコンフィギュレーションチップ、8. 高速光インターフェースデバイス、9. >10GEの高速スイッチ用チップ、10. 高集積度、低消費電力ベースバンドSOC、11. ローコスト、低消費電力、スモールサイズ、精度1ppsのクロックチップ、12. 高性能フィルタ、13. ミリ波レーダー、レーザーレーダー、カメラなどのコアセンサー、14. ワイドバンドとRFサンプリングADC、15. ワイドバンドとRF出力DAC、16. 大容量、高性能ベースバンドプロセッサチップ、17. 高周波、低位相雑音、低スプリアス周波数シンセサイザ、18. 計量・検査用標準チップ、19. 高性能、ワイドバンドベースバンド・プロセッサSOC、20. 6.4Tbps対応全二重通信コアスイッチ用チップ、21. 16nmCMOSプロセスによる高速デジタルシグナルプロセッサチップ、22. 高速(≧10Gb/s)、大容量(100G/400G)オプトエレクトロニクスデバイス、23. SerDes28Gbps以上超高速シングルバックプレーン、24. 超大容量セルクロスチップ、25. 超大容量FICチップ、26. ハイパワー電源モジュール、27. 高速ネットワークプロセッサチップ、28. 高速デジタルシグナルプロセッサチップ、29. 高密度PONMACチップ、30. 低消費電力、高速読取eID電子チップ、31. 長距離用RFIDリードノライトチップ、32. 光インターコネクトモジュール、33. 光バックプレーン、34. TFT-LCD、OLEDディスプレイデバイス、35. 新エネルギー車専用高圧DCリレー、36. 56Gbps高速バックプレーンコネクタ、37. 高速鉄道用フィルムコンデンサ、38. 400Gブロードバンド(バックボーン)による超低摩擦光ファイバー、39. 高性能ストリーミングメディアプロセッサ、40. 高性能RF DPDチップ、41. 高性能基地局RFモジュールおよびコンポーネント、42. キーインテリジェントストレージモジュール、43. スマートセンサーノードモジュール、44. スマートハートウェアコントロールモジュール、45. スマート光通信モジュール、46. マルチモード衛星地上一体型受信モジュール、47. オフィスインフォメーションシステムキーパーツ、48. MEMSインクジェットヘッドキーパーツ
コア素材
1. 8インチ/12インチ集積回路シリコンウェハー、2. 先進の半導体材料、3. 新型表示材料、4. フォトレジスト、5. フォトマスク材料、6. 集積回路製造材料、7. 集積回路パッケージ材料、8. GaN、9. 高熱伝導性軽金属金属材料、10. 高性能・可撓性熱伝導材料、11. 高性能媒質材料、12. 低摩擦、高周波媒質板材と高速板材、13. 容量500GのOTNフレームプロセッサおよびマルチプレックスマッピングチップ、14. シリコンオプティカル材料、15. TunableLD、16. 耐塩水噴霧繊維材料、17. 高性能RF人造材料、18. 不揮発性メモリ材料、19. 光モジュール材料、20. 高性能PCB材料、21. セラミック基板、銅張積層板などの電子パッケージ、22. 次世代光ファイバー材料、23. 高性能磁性材料、24. SiC、25. フローティングゾーンシリコン単結晶、26. DBC基板パッケージ用高純度銅箔、27. ミリ波コンポーネントパッケージ用材料、28. ゲッターリングマテリアル
先進プロセス
1. 28-14nm集積回路の先進的製造プロセス、2. CPU専用プロセス、3. ストレージの超精密プロセスと金具技術、4. 16-14nm集積回路の製造プロセス、5. シリコンベース3次元ミリ波集積プロセス
産業技術基盤
1. センサーイノベーションプラットフォーム、2. 集積回路プロセスおよび材料共通技術イノベーションプラットフォーム、3. 新型ディスプレイコア基盤技術の研究開発および公共検証プラットフォーム、4. 新型ディスプレイ共通技術イノベーションプラットフォーム、5. スマートハードウェア共通コア技術イノベーションプラットフォーム、6. 北斗地上補助システムプラットフォーム、7. ブロードバンドによるモバイルインターネットによるスマートカーとスマート交通応用公共サービスプラットフォーム、8. 一般向けデジタル医療機器公共サービスプラットフォーム、9. サーバシステムセキュリティ技術と検査・検証公共サービスプラットフォーム、10. オープンロボット基盤技術サービスプラットフォーム、11. 集積回路産業計量・検査イノベーションサービスプラットフォーム、12. 集積回路製造装置・材料一体化応用検証プラットフォーム

出所：国家制造强国建设战略咨询委员会，工业“四基”发展目录（2016）より作成

表 2.2.5 軌道交通設備の四基 (①コア部品、②コア素材、③先進プロセス、④産業技術基盤)

コア部品
1. 車軸、2. 車輪、3. ベアリング、4. トランスミッションシステム、5. 電車ブレーキシステム、6. 軌道交通用スーパーコンデンサ、7. パワー半導体デバイス、8. カップラードラフトギヤ装置、9. 空気バネ、10. アンティロールバー、11. 25kV乾式高圧トランスフォーマー、12. 25KV高圧A端子、13. 高速DC900V、DC1800V DCブレーカー、14. パワーコンタクト、15. コントロールリレー
コア素材
1. 高強度・大きいサイズ・中空アルミ合金押出型材、2. 絶縁材料、3. 高性能ギヤ用浸炭鋼、4. 軌道交通設備用新型高分子材料、5. マグネシウム合金材料、6. 単結晶シリコン材料、7. カーボンストリップ材料、8. ブレーキパッド材料、9. 変圧器用絶縁材料、10. 主電動機用絶縁材料、11. 車体断熱絶縁材料、12. 車軸鋼、13. 鉄道車両車体用防食鋼、14. 高速鉄道・地下鉄用軌道交通複合材料、15. ナノ結晶チタン材料
先進プロセス
1. 重力金型鋳造技術、2. モールドフリー鋳造成形技術、3. デュアル周波数インダクション熱処理技術、4. 軽量化材料ジョイント腐食抑制と表面防食処理技術
産業技術基盤
1. 軌道交通電車通信と運行コントロールイノベーションプラットフォーム、2. 軌道交通システム計量検査計測イノベーションプラットフォーム

出所：国家制造强国建设战略咨询委员会，工业“四基”发展目录（2016）より作成

表 2.2.6 電力設備の四基（①コア部品、②コア素材、③先進プロセス、④産業技術基盤）

コア部品
1. 大型ガスタービン高温部品、2. 大型原子力発電圧力容器、3. 蒸気発生器、4. クーラントメインポンプ、5. コントロールロッドドライブメカニズム、6. 原子炉部材、7. 大型原子力発電ガスタービン溶接（全体鍛造）回転子、8. 2000mmグレードのラストステージブレード、9. 大型半速ガスタービンエンジン回転子、10. 変速可能ウォーターポンプのウォータータービンの羽、11. 大容量発電機ブレード、12. 高電圧大電流真空インタラプタ、13. 耐高温・高絶縁性インパルスコンデンサ、14. IGBT部品またはIGBT、15. DCサイドコンデンサ、16. 高圧・大電流・高周波数真空インタラプタ、17. 高反発ドライブ機構、18. 高圧トリッパギャップ、19. DCブレード制御保護システム、20. バルブサイドケーシング、21. 負荷時タップ切替器、22. 6250A DCトランスファースイッチ用遮断装置、23. SCRコンバーターバルブ、24. 高エネルギー密度、低内部抵抗スーパーコンデンサー、25. コンデンサ管理システム、26. ±800kV DCケーシング、27. ±800kV DCアウトレットデバイス、28. 核燃料オンラインモニタリング装置
コア素材
1. 大型ガスタービンコア高温材料、2. SF6代替ガス、3. インタラプタ高性能コンタクト材料、4. 耐アーキアークストライク材料、5. インタラプタ高温絶縁材料、6. インタラプタ用耐高温断熱材、7. 筐体用高導電率・高強度アルミ鋳造材、8. 碍子用高ガラス転移温度、高強度エポキシ樹脂複合絶縁材料、9. 自己潤滑性のメンテナンスフリーベアリング材料、10. 高電圧光ケーブル材料、11. メインフレーム絶縁材料（段ボール、アウトレットデバイス）、12. 多孔性活性炭および高電圧窓電解液、13. 配電システム用絶縁材料、14. エネルギー貯蔵モジュール用アルミ材料、15. アンクルリングおよび成形品段ボールT3材料、16. ガラス繊維絶縁ボード、17. 絶縁シリコンゴム、18. 半導電シリコンゴム、19. 絶縁シリコンオイル、20. 電子グレードおよびの高強度・高靱性エポキシ樹脂、21. エチレンプロピレンゴム（EPDM）、22. 原子力発電用鋼、23. 原子力発電ユニット用チタン溶接パイプ、24. 原子力発電ユニット用炭素繊維、25. 高温真空集熱管、26. ガスタービン羽用チタン合金材料、27. 高圧・大容量セラミックコンデンサ材料、28. 高圧または超高压送電線用複合材料製ポールタワーなどの電力複合材料、29. 超高压のグリッド工事用絶縁材料、30. 風力発電機の大型複合材料製羽およびポールタワー、31. カーボンコアケーブル
先進プロセス
1. 大型ガスタービン高温合金焼流し精密鋳造および指向性凝固と単結晶鋳造プロセス、2. 大型ガスタービン指向性凝固製造技術、3. 発電設備溶接プロセス、4. 典型的な高温部品の構造設計と製造プロセス、5. 高効率の複合加工、アセンブリーおよびロット生産プロセス、6. 複合材料切削加工プロセス、7. 高効率研削加工プロセス、8. 超大型鋳造鍛造品成形製造プロセス、9. 超大型機構部品溶接プロセス、10. 超大型部品熱処理プロセス、11. 超大型部品切削加工プロセス
産業技術基盤
1. 超（超）臨界圧石炭発電ユニット、CAP1400原子力発電ユニット用安全弁試験サービスプラットフォーム、2. ハイパワー・回転速度可変発電モーター基盤技術プラットフォーム

出所：国家制造强国建设战略咨询委员会，工业“四基”发展目录（2016）より作成

スマート製造

スマート製造は、「中国製造 2025」の 5 大プロジェクトの 1 つである。スマート製造は、新世代情報技術に基づき、設計、生産、管理、サービス等、製造活動の各局面を貫き、センサによる情報収集、スマート化による改善と自動的な決断、正確な制御と実行等の機能を有する先進的な製造過程、システム、モデルの総称であると定義される²⁴。

工業信息化部は、2015 年、「スマート製造試験モデル専門行動実施計画」²⁵（智能制造试点示范专项行动实施方案）を公表し、優位性のある地域、企業、業界を選定し、モデルプロジェクトを展開している。スマート工場による目標値は、「2つの向上、3つの低減」（生産効率 20%向上、エネルギー利用効率 10%増、製品研究製造サイクル 20%短縮、オペレーションコスト 20%減、製品不合格率 10%減）（両提升、三降低）であり、3 年間継続して行いプロジェクトの状況に応じて調整を行う。この政策を支えるために、財政支援を含む工業転換型昇級資金、専門建設基金等の既存のルートを活用し、中央政府の財政資金の専門行動に対する支援を強化し、スマート製造発展を奨励するための税優遇政策を検討することが示されている。

工業信息化部は、「スマート製造試験モデルプロジェクト」を実施しており、2015 年は 46 社、2016 年は 63 社、2017 年は 98 社、2018 年は 99 社が対象となっている。分散型スマート製造（機会、船舶、自動車、軽工業、家電、電子情報等）、プロセス型スマート製造（石油化学、化学工

²⁴ 第 17 章 智能制造，徐静，中国制造 2025 蓝皮书（2017）

²⁵ <http://www.gov.cn/foot/site1/20150320/14791426811275794.pdf>

業、冶金、建材、紡績、食品等)、コラボレーティブ・マニュファクチャリング、大規模個性化オーダーメイド、運営維持サービスの5つの分野に分類される。2016年度の63プロジェクトの成果は発表されており、「2つの向上、3つの低減」は達成し、生産効率25.9%向上、エネルギー利用率13.7%増、製品研究製造サイクル25%短縮、オペレーションコスト16.9%減、製品不合格率25.4%減との結果である²⁶。

中央レベルでの政策以外に、地方においても独自にスマート製造を推進する動きがある。2016年末迄に、19の省(区、直轄市)はスマート製造発展に係る計画、指導意見を発布し、18の省(区、直轄市)は計442の省レベルのスマート製造試験モデルプロジェクトを選定している。また、地方政府は、専門の基金の設置や、一次的な奨励を与える等している。前者では、デジタルファクトリーモデル建設プロジェクト等の推進のため3,383万元の専門資金(山東省)等があり、後者では国家級スマート製造試験モデルプロジェクトに選定された企業に対する100万元の奨励(山東省青島市)や、省級スマート製造モデル基地に選出された企業に対する500万元の奨励金(福建省福州市)等がある。

スマート製造の課題としては、モデルプロジェクトを立ち上げスマート製造を波及させることを試みているものの、スマート製造の認知度が低く、多くの企業は依然として技術と製造プロセスに注力し、スマート製造の国家規格の整備も遅れている。ERP(統合基幹業務システム)、MES(製造実行システム)、PLM(製品ライフサイクル管理)といった工業用ソフトの90%(2017年)は国外に依存し、ハイエンド・特殊センサ、スマート計器、ロボット等、スマート製造業の技術も同様に国産のシェアは5%に満たず、産業規模は小さい。

²⁶ 第十七章 智能制造，徐静，中国制造2025 蓝皮书（2017）

工匠精神

「中国製造 2025」の工業化と情報化の融合のような効率化を重視した内容とは異なる新しい変化がある。2016年の政府活動報告²⁷から「工匠精神」という言葉が使われ始めた。同報告では「企業による個性的なオーダーメイドおよびフレキシブルな生産を奨励し、あくなき進歩を目指す工匠精神を育成し、製品の多様化し、品質を向上させ、ブランドを創出する」と記載がある。

「工匠精神」はクラフツマンシップと理解できるが、以下3つのような意味がある²⁸。まず、これまで行われてきた中国企業による経営の多角化ではなく、特定の分野に特化し続けその道を極めることである。そして、中国の製造業では品質や精度に対してあまりこだわりがないため、品質や完成度の高さを求め続け高級消費財を生み出すことである。さらに、中国では製造業のコア技術やキーコンポーネントを開発するための努力が足りない現状があり、特定分野における長年の経験の蓄積は技術的なブレークスルーにつながる可能性があるということである。

「工匠精神」の概念に先立ち、2015年5月1日（労働節）から中国中央電視台（CCTV）「大国工匠」特集（計8集）を組み、中国の国有企業で働く技術者を取り上げている²⁹。軌道交通の分野では、青島四方機車の高級技師である寧允展が紹介されている。鉄道技術校を卒業後、19歳から26年間、青島四方機車に勤務し、高速鉄道（CRH380A「和諧号」）の安全を支える研磨工の第一人者として「中国製造 2025」、「一帯一路」、「走出去」とのキーワードと共に紹介されている。人を介さない効率化を重んじるスマート製造、インターネット+とは異なる内容であり、「中国製造 2025」の方向性に調整が加えられ、政府主導による技術者重視の姿勢が窺える³⁰。

一方で、中国の国際的な競争力のある企業は国有企業が企業中心であり、他の先進国とは異なる。中国がモデルとしていると考えられるドイツの製造業は80%が中小企業であり、国有企業ではなく、町工場が重要な役割を果たしている。中国では、国策が反映されやすい国有企業では、10大産業等、重点分野においては技術力が向上の期待が出来るが、製造業全般の底上げで見た場合、ドイツとは異なる発展モデルとなっており課題である。また、技術に対する価値観が日本と中国では異なる。日本では年をとっても技術者は現場志向があるが、中国人の技術者は現場にいと成功していない人と思われる傾向があり管理職につく傾向がある。よって、一般的に技術者ポジションがあがると現場に入らないことも、「工匠精神」の普及、品質向上を妨げる要因となりうると考えられる。

中国企業のプレゼンスとブランド力

2019年フォーチュン・グローバル500では、米国企業121社に対し、中国企業129社（台湾企業10社を含む）となり、1990年にランキングが公表されてから初めて外国企業が米国企業とを超過した³¹。トップ500企業の内、企業数ではなく売上高のシェアで見ると、米国企業の28.8%に対し、中国企業は25.6%であり、米国企業のプレゼンスは依然として高い。中国企業の特徴としては、中国企業129社の内、82社は国有企業であり（大陸系企業全体の約69%）であり、

²⁷ http://www.gov.cn/guowuyuan/2016-03/17/content_5054901.htm

²⁸ 「創新驅動發展戰略」をめぐる中国政府と企業の動き 丁可、大西康雄編『習近平政権二期目の課題と展望』調査研究報告書 アジア経済 2017年

²⁹ <https://baike.baidu.com/item/%E5%A4%A7%E5%9B%BD%E5%B7%A5%E5%8C%A0/17560451>

³⁰ <http://www.qing5.com/2016/0108/100855.shtml>

³¹ FORTUNE, August 2019

国有企業のプレゼンスが高い点である。2016年フォーチュン・グローバル500では、中国企業は109社（台湾企業6社を含む）であることから増加傾向にある。

「中国製造2025」では、売上高から見たフォーチュン・グローバル500のランキングではなく、ブランド力の向上に焦点が当てられている。中国は製造業大国から製造業強国への転換に重点を置いているからであろう。世界のブランド評価とマーケティング戦略の大手独立系コンサルタント企業であるワールド・ブランド・ラボ（World Brand Lab）が発表している世界ブランド500強の評価では、米国のブランドが圧倒的に影響多い（表2.2.4）。しかし、経年変化で見ると、ブランド力が評価される中国企業は年々増加傾向にあることが分かる。2015年の31社から2018年の38社へと増加し、プレゼンスは高まっていることがわかる。

表 2.2.7 世界ブランド500強

順位	国	2015年	%	2016年	%	2017年	%	2018年	%
1	米国	228	46%	227	45%	233	47%	223	45%
2	フランス	42	8%	41	8%	40	8%	43	9%
3	英国	44	9%	37	7%	39	8%	42	8%
4	日本	37	7%	37	7%	38	8%	39	8%
5	中国	31	6%	36	7%	37	7%	38	8%
6	ドイツ	25	5%	26	5%	26	5%	26	5%
7	スイス	22	4%	19	4%	21	4%	21	4%
8	イタリア	17	3%	17	3%	14	3%	15	3%
9	オランダ	8	2%	8	2%	8	2%	9	2%
10	韓国	6	1%	6	1%	7	1%	7	1%
	その他	40	8%	46	9%	37	7%	37	7%

出所：World Brand Lab ウェブサイトより作成

2.2.2 インターネット+

1) 概要

2015年7月、国務院は「インターネット+」行動を積極的に推進する指導意見を發布し、以下の11の重点行動分野を明確に、2018年と2025年迄の2段階の目標を定めている³²。2018年迄に、ネットワーク経済と実体経済が相互に発展する局面が基本的に形成され、2025年迄に、「インターネット+」が経済社会のイノベーションによる新しい発展の推進力となることである。経済発展は、第1次産業から第3次産業へと進化するのに対し、「インターネット+」第3次産業からはじまり第1次産業へと浸透していく動きとなる。

「インターネット+」の戦略的な意味は次の4つであるとされる³³。まず、第13期5カ年計画はニューノーマルに入った初めての5カ年計画であり、第12期5カ年計画と異なる最大の変化は、イノベーションが駆動する発展である。インターネットと各分野が深く融合し、インターネット経済と実体経済の同時の発展が生産効率を高めることにある。次に、「インターネット+」は投資を拡大し、消費を促し、安定的な経済長の有効な方法となる。第3に、イノベーションを促し、「大衆による起業および万人によるイノベーション」(大众创业、万众创新)³⁴の駆動力となる。第4に、科学技術変革の趨勢を把握するのに有力な措置となる。最後に、「インターネット+」は、サービスモデルを新たにし、公共サービス能力向上のプラットフォームとなる。

「インターネット+」を率先しているのは国家発展改革委員会であり、各重点分野それぞれに、省庁毎の役割が定められている(表2.2.5)。「中国製造2025」を主管する工業和信息化部では、①起業イノベーション、②協同製造(コラボレーティブ・マニュファクチャリング)となる。協同製造(スマート製造、大規模な個性化オーダー、インターネット協同製造、製造業サービス化)であり、これら内容は中国企業の成功事例を踏まえて立案されている(表2.2.6)。

³² 国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见 国发〔2015〕40号、

http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-07/04/content_10002.htm

³³ 积极推进互联网+行动，打造中国经济发展新动能 林念修，《中国制造2025》解读 - 省部级干部专题研讨班报告集

³⁴ 2014年9月のダボス会議にて李克強・国務院総理が提起した概念。

表 2.2.8 「インターネット+」の主な内容

重点分野	内容	管轄部門
①起業イノベーション	小・零細企業へのプラットフォームの開放と情報化応用レベルの向上、大衆による創業スペース拡大	発展改革委員会、科技部、工業和信息化部、人力資源社会保障部、商務部
②協同製造	スマート製造の発展、ユーザーの需要に対応したサービス・ビジネスモデルの刷新、協同製造のレベル向上、「製造から製造・サービス」への転換	工業和信息化部、発展改革委員会、科技部が共同で率先
③現代農業	新型生産農業システムの構築、精度の高い生産方法の発展、ネットワーク化によるサービスレベルの向上、農産加工品の安全性トラッキングシステムの構築	農業部、発展改革委員会、科技部、商務部、質検総局、食品薬品監管総局、林業局等
④スマートエネルギー	エネルギー生産のスマート化、分散式エネルギーネットワーク、エネルギー消費新モデルの模索、電力ネットワークに基づく通信設備と新型業務の発展	能源局、発展改革委員会、工業和信息化部等
⑤インクルーシブファイナンス	クラウドファンディングプラットフォームの建設、ネット金融への支援強化等	人民銀行、銀監会、証監会、保監会、発展改革委員会、工業和信息化部、網信弁等
⑥公共サービス	政府ネットワーク化管理サービス、医療衛生新モデルの推進、スマート健康老人介護産業の発展、新型教育サービス提供方法の模索等	発展改革委員会、教育部、工業和信息化部、民生部、人力資源社会保障部、商務部、衛生計生委、質検総局、食品薬品監管総局、林業局、旅游局、網信弁、信訪局等
⑦高効率物流	物流情報共有システムの建設、スマート倉庫システムの建設、物流配送システムの完備	発展改革委員会、商務部、交通運輸部、網信弁等
⑧電子商取引	農村電子商取引の発展、各業種による電子商取引の発展、電子商取引の応用イノベーション推進、電子商取引の国際協力の強化	発展改革委員会、商務部、工業和信息化部、交通運輸部、農業部、海関総署、税務総局、質検総局、網新弁等
⑨交通	交通サービスの質向上、交通運輸資源のオンライン上の統合、運行管理の強化等	発展改革委員会、交通運輸部が共同で率先
⑩生態環境	自然環境動態観測の強化、スマート環境保護の発展、リサイクルシステムの完備	発展改革委員会、環境保護部、商務部、林業局等
⑪人工知能 (AI)	AI振興産業の育成発展、重点分野のスマート製品のイノベーション推進、端末製品のスマート化水準の向上	発展改革委員会、科技部、工業和信息化部、人力資源社会保障部、網信弁等

出所：国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见 国发〔2015〕40号より作成

表 2.2.9 「インターネット+」工業和信息化部管轄分野における中国企業の成功事例

インターネット+	分野	模範的企業	特徴
起業イノベーション	大衆による起業および万人によるイノベーション	深圳大疆 (DJI)	大学生による起業により世界最大のドローン製造業へと成長。
協同製造 (コラボレーティブ・マニュファクチャリング)	大規模な個性化オーダーメイド	青島紅領集団	消費者のビッグデータ（毎年40万着のスーツの情報）を活用し、11年かけて個性化オーダープラットフォームを開発。インターネットをベースとした受注システムの開発により、カスタマイゼーションの自動化を実現。通常は約半年を要するスーツのオーダーメイドが、7日以内で世界の顧客に届けることが可能となり、価格は1,000～2,000元低減。
	インターネット協同製造	中国商飛公司	大型旅客機C919の開発は、通常、典型的な離散型製造モデルであるため多数の関係者が関与し、調整に時間がかかるものがあるが、インターネットを活用した情報共有のプラットフォームを開発し、効率的な協同製造を実現。
	製造業サービス化	陝鼓集団	現代情報技術と伝統的な工業の深い連携であり、遠隔モニタリング、故障診断システムを開発。ユーザに対し、故障診断とメンテナンスのコンサルティングサービスを提供。単にサプライヤーとして製品を供給をするだけでなく、動力プラントシステムソリューションを行う企業へと転換。

出所：各報道より整理

2) 進捗

2015年7月に「インターネット+」行動を積極的に推進する指導意見が発表された後、2016年に「インターネット+」製造に係る一連の計画が発表されている（表2.2.7）。

2016年5月に発表された「製造業とインターネット融合発展に係る指導意見」³⁵では、製造業とインターネットの融合が示され、特に「大衆による起業および万人によるイノベーション」の内容が主となっている。「大衆による起業、万人によるイノベーション」は、2015年3月の政府活動報告から使われている政策的概念であるが、略して「双创」（双创）と呼ばれる。同指導意見では、主要目標として、2018年末迄に、製造業重点業種の基幹企業の「双创」プラットフォーム普及率を80%に到達させ、工業クラウド企業のユーザを2倍にし、新製品の研究開発周期を12%短縮し、在庫回転率を25%向上、エネルギー利用率を5%向上し、2025年迄に製造業とインターネットの融合は新たな段階に達し、製造業の総合競争力が大幅に向上するとしている。

2015年8月には、国家発展改革委員会を中心に「大衆による起業、万人によるイノベーションに関する省庁間合同会議制度」が確立されている³⁶。2018年9月には、「イノベーション・創業の高品質発展を推進するための「双创」昇級版に係わる意見」が出され、各省庁の役割分担が明確化されている³⁷。

表 2.2.10 「インターネット+」製造に係る政策文書

部門	時期	文書名
中共中央弁公庁、國務院弁公庁	2016年7月	《国家信息化発展戦略綱要》（中弁発〔2016〕48号）
國務院	2016年5月	《製造業とインターネット融合発展深化に係わる指導意見》（国発〔2016〕28号）
工業信息化部、發展改革委員会、財政部	2016年3月	《ロボット産業發展計画（2016-2020年）》（工信部聯規〔2016〕109号）
工業信息化部、財政部、国土資源部、環境保護部、商務部	2016年7月	《新型工業化産業モデル基地建設の深化・推進に係る指導意見》（工信部聯規〔2016〕212号）
工業信息化部	2016年10月	《信息化・工業化融合發展計画》（2016-2020年）（工信部規〔2016〕333号）
工業信息化部、財政部	2016年12月	《スマート製造發展計画（2016-2020年）》（工信部聯規〔2016〕349号）

2019年3月、第13期全国人民代表大会第2回会議における政府活動報告³⁸では、「インターネット+」を全面的に推し進め、新技術・新モデルを活用して既存産業を改造し、供給側の構造改革を深化させ、実体経済の活力を更に引き出したことが成果として挙げられている。「インターネット+政務サービス」が一段と進み、各地で特色のある多くの改革措置の模索や実施があり、企業と大衆にとって手続きが更に便利となった旨、述べられている。「インターネット+」は、産業のみならず、教育への活用（「インターネット+教育」）、行政効率化への活用（「インターネット+監察」）についても言及されている。

中国の強みは、インターネット関連企業の存在であり、世界10強の内、6社が中国（2019年の時価総額）となっており、「インターネット+」を進める上で、下支えとなっている（表2.2.8）。中国は、IT人材が豊富であり、「碼農」（碼农: Coding Peasant）という言葉がある。IT従事者が自身を自虐的という言葉であるが、建築現場の労働者のように溢れているが、それだけ人材が

³⁵ http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-05/20/content_5075099.htm

³⁶ 国务院办公厅关于同意建立推进大众创业万众创新部际联席会议制度的函 国办函〔2015〕90号
http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-08/20/content_10109.htm

³⁷ 国务院关于推动创新创业高质量发展打造“双创”升级版的意见 国发〔2018〕32号

³⁸ http://www.gov.cn/premier/2019-03/16/content_5374314.htm

豊富であるということでもあり、実際、日本企業の IT 関連のアウトソーシングの多くは中国で行われている³⁹。

ユニコーン企業⁴⁰（独角兽企业）は、2019 年時点で 346 社あり、内、91 社が中国企業で、世界全体の 26%を占めている。（トップは、米国の 172 社）⁴¹。2015 年 3 月に開催された全人代で、李克強は『政府活動報告』において、「大衆による起業、万人によるイノベーション」（大众创业、万众创新）を中国経済の継続的な発展をけん引する「ダブルエンジン」として位置付け、総額 400 億元に上る「国家新興産業創業投資指導基金」⁴²を設立する等、政府による政策的支援がイノベーションの効果を生み出していると考えられる。

表 2.2.11 グローバルインターネット関連企業ランキング

2019/7/6

ランク	企業名	地域	時価総額 (10億米ドル)	ランク	企業名	地域	時価総額 (10億米ドル)
1	Microsoft	米国	1,007	16	Workday	米国	48
2	Amazon	米国	888	17	Meituan Dianping	中国	44
3	Apple	米国	875	18	JD.com	中国	39
4	Alphabet	米国	741	19	Baidu	中国	38
5	Facebook	米国	495	20	Activision Blizzard	米国	35
6	Alibaba	中国	402	21	Shopify	カナダ	34
7	Tencent	中国	398	22	NetEase	中国	33
8	Netflix	米国	158	23	eBay	米国	33
9	Adobe	米国	136	24	Atlassian	オーストラリア	32
10	PayPal	米国	134	25	MercadoLibre	アルゼンチン	30
11	Salesforce	米国	125	26	Twitter	米国	29
12	Booking.com	米国	77	27	Square	米国	29
13	Uber USA	米国	75	28	Electronic Arts	米国	29
14	Recruit Holdings	日本	52	29	Xiaomi	中国	28
15	ServiceNow	米国	51	30	Spotify	スウェーデン	25

出所：Internet Trends 2019, Mary Meeker より作成

³⁹ 日本における IT 関係者からのヒアリング

⁴⁰ 企業価値が 10 億ドル以上で未上場のハイテクスタートアップ企業

⁴¹ CB Insights, Global Unicorn Club: Private Companies Valued at \$1B+ (as of May 8th, 2019), <https://www.cbinsights.com/research-unicorn-companies>

⁴² http://www.gov.cn/zhengce/2015-01/15/content_2804446.htm

2.2.3 イノベーション政策

1) 概要

「国家中長期科学技術發展計画綱要（2006-2020年）」⁴³、中国共産党第18次共産党代表大会（2012年11月）で打ち出された「イノベーション駆動發展戰略」（创新驱动发展战略）を基に、2016年5月、国務院は「国家イノベーション駆動發展戰略綱要」（国家创新驱动发展战略纲要）を發布した⁴⁴。

政策の背景にあるのは、中国經濟發展はニューノーマル（新常态）⁴⁵に入り、2010年代以降、經濟成長は減少し、30年間続いた平均約10%の高度成長は終わり、粗放型の經濟成長では持続不可能となった。一方で、イノベーション能力に欠けるため、中国は國際分業では技術・付加価値の低い「製造-加工-組立」に留まっている。例えば、中国の基礎研究の比率は5%と先進国の1/4である。また、政府系研究所が民営企業に轉換された後、応用技術と商業化の分野が中心となっており、「独自の技術（原创性技術）」（ジェネリックテクノロジー(共鍵共性技术)）が弱く、科学研究成果の轉化率は10%と低く（先進国平均は40%）、産学協力によるイノベーションメカニズムが有効に機能していないとの指摘がある⁴⁶。

イノベーションによって作り出された發展により、新しい成長点を育成し、經濟發展の質と効率を持続的に向上させ、2つの目標（經濟の中高速成長の維持、ミドルハイエンドの産業化）を満たす必要がある。同綱領では、科学技術イノベーションは、社会生産力と総合国力の戦略的な支えであり、国家發展の全局面において核心的な位置づけにしなければならないとされる。

同綱要の基本原則の中に、「科学技術体制改革と經濟社会分野の改革が同時に成果を出す事を堅持する」とある。これまで、科学イノベーションといった場合、大学や科学研究院によるものであり、經濟と分離していたため目新しい点と指摘されている⁴⁷。中国の大学の研究レベルは高く、中国人による論文發表数は多いが、企業のレベルでは劣っており、実用化の面では強いとは言えないことがあり⁴⁸、産学連携を一層の強化することが背景としてある。また、同綱領の戦略的任務の中で、「企業家はイノベーションに重要な役割を担う」とあり、企業家の役割が重視されている。

同綱要では、戦略的目標としてイノベーションを3段階に分けて發展させることが示され、第1段階、第2段階の重点分野が明示されている（表2.2.9）。第1段階は、2020年迄にイノベーション国家となり、中国の特色のある国家イノベーション体系を基本的に構築し、全面的な小康社会の目標を実現する支えとなることである。これは、「国家中長期科学技術發展計画綱要（2006-2020年）」⁴⁹で掲げられていた目標を引き継いでいる。第2段階は、2030年迄にイノベーション国家の前線に立つことであり、發展驅動力により根本的な轉換を実現し、經濟社会發展と

⁴³ 共産党第16次共産党大会（2002年11月）における科学・技術の長期的發展計画の要求により2003年から立案され2006年2月に發布。

⁴⁴ 中共中央 国務院印发《国家创新驱动发展战略纲要》; http://www.gov.cn/xinwen/2016-05/19/content_5074812.htm

⁴⁵ ニューノーマルとは、中国經濟が高度成長期を終えて中高速成長期という新たな段階に入っていること。

⁴⁶ 深入贯彻落实《中国制造2025》，苗圩，《中国制造2025》解读-省部级干部专题研讨班报告集

⁴⁷ 呂薇・国務院發展研究中心技术經濟研究所，2016年5月22日 人民日报 强化原始创新 增强源头供给（政策解读）<http://politics.people.com.cn/n1/2016/0522/c1001-28368997.html>

⁴⁸ 大学研究者からのヒアリング

⁴⁹ 国家中长期科学和技术发展计划纲要（2006-2020年）; http://www.gov.cn/jrzg/2006-02/09/content_183787.htm

国際競争力の大幅に向上させ、経済強国と豊かな社会建設のために揺るぎない基礎を築く。第3段階は、2050年迄であり、世界の科学技術の強国、世界主要科学技術のセンターとなり、富強、民主、バランスのある社会主義現代国家となり、中国民族偉大な復興という中国の夢を実現する強力な支えとなるとしている。

2016年8月8日、第13次5カ年計画国家イノベーション計画が發布された⁵⁰。同計画は、「第13次5カ年計画」、「国家イノベーション駆動発展戦略綱要」、「国家中長期科学技術発展計画綱要（2006-2020年）」を基に作成され、具体的な目標値が示されている（表2.2.10）。

実施体制としては、国家科学技術体制改革・イノベーション体系建設指導グループ⁵¹が第13次5カ年計画国家イノベーション計画の実施・管理を担当している。同グループは、26の部門の構成員からなり、グループ長は劉鶴・國務院副総理、副グループ長は科技部部長、國務院副秘書長、国家発展改革委員会副主任、財政部副部長であり、弁公室は科技部内に設置されている。

表 2.2.12 国家イノベーション駆動発展戦略綱要の目標

目標		主な指標	重点プロジェクトの分野
第1段階 (2020年迄)	イノベーション国家となる	科学技術進歩貢献率60%向上 GDPに占める知識集約型サービス業付加価値が20% 国内総生産に占めるR&Dの比率を2.5%に到達	ハイエンド汎用チップ、ハイエンドNC工作機械、IC設備、ブロードバンド移動通信、石油ガス田、原発、水質汚水処理、DNA組換、新薬、伝染病防止
第2段階 (2030年迄)	イノベーション国家の上位へ	主要産業のバリューチェーンのミドルハイエンドに入る 国内総生産に占めるR&Dの比率を2.8%に到達	航空エンジン、ガスタービン、量子通信、情報ネットワーク、スマート製造・ロボット、深海・新宇宙探索、重点的な新素材・新エネ、脳科学、健康医療等
第3段階 (2050年迄)	イノベーション強国へ	科学技術と人材が国力の最重要の資源となる。 イノベーションによる労働力生産性向上、社会生産力向上 世界一流の科学研究所、大学、イノベーション企業を有する	

出所：国家イノベーション駆動発展戦略綱要より作成

⁵⁰ “十三五”国家科技创新规划”；http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content_5098072.htm

⁵¹ 国务院办公厅关于调整国家科技体制改革和创新体系建设领导小组组成人员的通知 国办发〔2018〕86号
http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-09/07/content_5319966.htm

表 2.2.13 第 13 次 5 年計画国家イノベーション計画の主な指標

	指標	2015年指標	2020年目標値
1	国家総合イノベーション能力の世界ランキング (位)	18	15
2	科学技術進歩の貢献率 (%)	55.3	60
3	研究・試験の経費の投入強度 (%)	2.1	2.5
4	就業人口1万人当たりの研究開発者 (人年)	48.5	60
5	ハイテク企業の売上高 (兆元)	22.2	34
6	GDPに占める知識密集型サービス業の付加価値の比率 (%)	15.6	20
7	規模以上の工業企業の研究開発費支出と主要業務収入の比率 (%)	0.9	1.1
8	国際科学技術論文の引用数世界ランキング	4	2
9	PTC特許申請数 (万件)	3.05	2倍
10	1万人あたりの発明特許数 (件)	6.3	12
11	全国技術契約取引金額 (億元)	9835	20000
12	科学の教養を有するの国民の比率 (%)	6.2	10

出所：第 13 次 5 年計画国家イノベーション計画より作成

「中国製造 2025」では、国家製造イノベーションセンターの体系的に整備することを重点的な任務とし、2020 年迄に約 15 の製造イノベーションセンターを建設し、2025 年迄に約 40 の製造イノベーションセンターを建設する計画となっている。

2016 年 8 月、工業信息化部、国家発展改革委員会、科技部、財政部は連名で、「製造業イノベーションセンター建設プロジェクト実施指南」⁵² 発布した。ここでは、国家製造イノベーションセンターの位置づけや機能が明確化された。国家製造イノベーションセンターは、国家イノベーションプラットフォームの一形態であり、企業、科学研究所等、イノベーションの主体が自らの意思で組織し、企業を主体とし、独立法人の形態により建設した新しいイノベーションの組織である。また、機能としては、産業の先進性と重要なジェネリックテクノロジーの研究開発の強化、技術移転の拡散と商業化への応用、イノベーション人材の育成、製造業イノベーションの公共サービス、国際交流・協力の 5 つが挙げられている。実施体制は、国家製造強国建設領導小組の指導の下、工業信息化部が率先し、イノベーションセンターの建設、認定、評価の役割を担うとされる。

その後、「製造業イノベーション体系改善し、製造業イノベーションセンター建設を推進することに関する指導意見」が発出された⁵³。「一案一例一策」に基づき、国家製造イノベーションセンター及び省級イノベーションセンターの建設を統一して推進することが示されている。条件があり、総合的な実力が備わった地域については、省級・地域製造イノベーションセンターを建設し、国家製造業イノベーションセンターを支え補完することとするとされる。設置場所については、条件のある「中国製造 2025 試験モデル都市」、国家新型工業化産業モデル基地、国家ハイテク産業開発区等、イノベーション集積地を中心に設置を進め、秩序だった建設を進めることが原則の 1 つとして定められている。

⁵² <http://xongju.cn/news/info/82703>

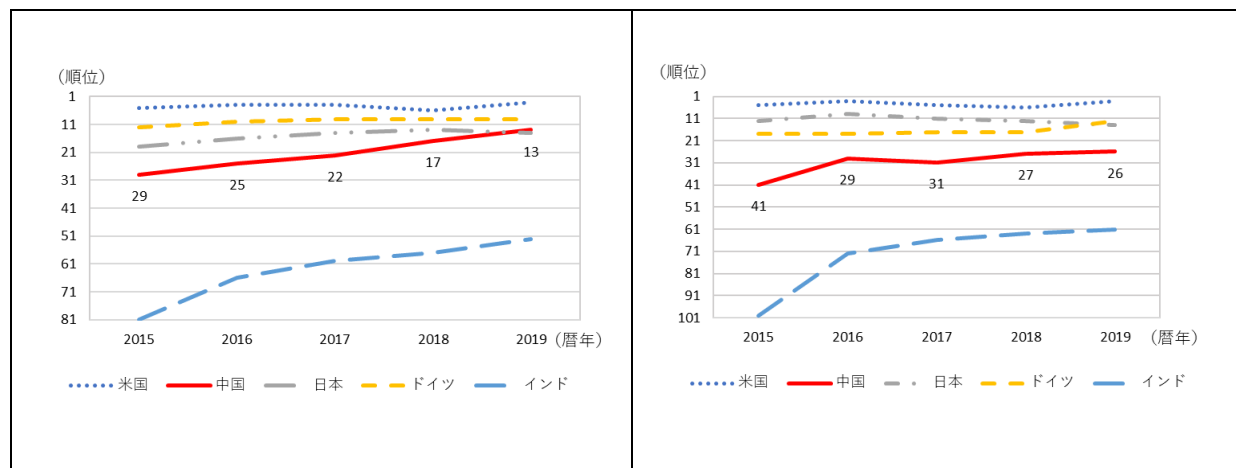
⁵³ 工业和信息化部印发《关于完善制造业创新体系，推进制造业创新中心建设的指导意见》工信部科〔2016〕273 号 http://www.gov.cn/xinwen/2016-08/30/content_5103702.htm

2) 進捗

A) 研究開発 (R&D) と特許

R&D は、2013 年は 11,847 億元 (GDP 比 1.9%)、2014 年は 13,015 億元、2015 年は 14,169 億元、2016 年は 15,440 億元 (GDP 比 2.1%) と推移し、先進国中位の水準、開発途上国では先頭に位置している。2015 年、中国国内外の特許申請数は 279.9 万件であり、その内、発明特許の申請受理数は初めて 100 万件を突破し、110.2 万件となり、連続 5 年世界首位となっている⁵⁴。2015 年、中国国内外の特許申請受験数は 171.8 万件であり、内、発明特許授権数は 35.9 万件であり、全体の 20.9% を占める。「中国製造 2025」で示された 10 大重点分野 (新世代情報技術、ハイエンドデジタル工作機械) の発明特許は年率 23% (2013 年～2016 年) で成長している。

コーネル大学、INSEAD、WIPO が発表しているグローバルイノベーションインデックス (GII) では中国の総合順位は、2015 年 29 位から 2019 年の 13 位に上昇しており、2019 年に初めて日本を超過した (図 2.2.2)。イノベーション・インプットは 2015 年の 41 位から 26 位へと上昇しており、R&D は、伸びを示していることが窺える。



出所: The Global Innovation Index (2015-2019)

図 2.2.2 グローバル・イノベーション・インデックス (GII)

(左: 総合順位、右: イノベーション・インプット順位)

B) 国家製造イノベーションセンターの設置状況

国家製造イノベーションセンターの建設は、「中国製造 2025」の 5 大プロジェクトの 1 つである。「中国製造 2025」では、2020 年迄に約 15 の国家製造イノベーションセンターの建設が示されており、イノベーションセンターにおける重要なジェネリックテクノロジー (共鍵共性技術) に係る研究と産業化応が目的とされている。2019 年 8 月時点で、13 の国家製造イノベーションセンターが建設或いは認可済となっており、2020 年迄の目標値である 15 に迫っている (表 2.2.11)。

① 国家動力電池イノベーションセンター (国家动力电池创新中心)

⁵⁴ 中国製造強国若干重大問題研究, 黄群慧、賀俊, 中国製造 2025 藍皮書 (2017)

2016年8月北京市にて設立された初めての国家製造イノベーションセンターである。この前身は、2014年9月に設立された国聯汽車動力電池研究院有限責任公司であり、北京有色金属研究総院、天津力神、第一汽車、東風汽車、長安汽車、上海汽車、北京汽車、華晨、広州汽車の合資企業となる。

②国家AD製造イノベーションセンター（国家増材制造创新中心）⁵⁵

2017年3月に設置された国家技術イノベーションセンターである。西安増材製造研究院有限公司を中心として、国家製造業イノベーション能力建設プロジェクト2億元の資金と省レベル2016年度マッチングファンドにより設立された。西安増材製造研究院有限公司は、2016年に5つの大学（西安交通大学、北京航空航天大学、西北工業大学、清華大学、華中科技大学）と13の重点企業が共同で設立。陝西省西安市の3Dプリンティングの特許申請数は全国の半分以上を占める。2019年7月、広東省佛山市には支局が設置されている。

③国家印刷・ソフトディスプレイイノベーションセンター（国家印刷及柔性显示创新中心）

2018年1月、広東聚華印刷顯示技術有限公司を中心に、「企業+アライアンス」のモデルを採用し、深圳華星光電、華南理工大学、華中科技大学、中国科学院福建物質結合研究所等22の企業、大学、研究所、企業と共同で設立された。

④国家信息光電子イノベーションセンター（国家信息光电子创新中心）

2018年4月された国家技術イノベーションセンター（湖北省武漢市の烽火科技集団内）である。同センターは、「企業+アライアンス」（公司+联盟）のモデルを採用し、光迅科技、烽火通信（Fiber Home）、亨通光電等11の企業と華為、精華大学等25のメンバーがアライアンスを構成している。の第一期登録資本は1.6億元である。目標は、設立後3~5年で、国際的に一流の情報光電子製造イノベーションのプラットフォームとなり、核心となる光電子チップ及び部品供給率を30%以上とすることを目指し、2025年迄に核心となる光電子チップ及び部品を自らコントロールできるようにすることである。

⑤国家ロボットイノベーションセンター（国家机器人创新中心）

2018年7月、遼寧省瀋陽市にて設立。同センターは、瀋陽ロボット国家研究院有限公司に委託されており、中国科学院瀋陽自動化研究所が率先的な役割を担い、ハルピン工科大学、新松公司等の企業と協働で設立。「企業+アライアンス」のモデルを採用し、14社が株主となっている。

⑥国家スマートセンサイノベーションセンター（国家智能传感器创新中心）⁵⁶

2018年6月、上海嘉定区に設置された。上海芯物科技有限公司に委託され、「プラットフォーム+アライアンス」（平台+联盟）のモデルをとり、スマートセンサ設計、素材、製造、設備、パッケージング、試験等、産業チェーン上の大中企業にジェネリックテクノロジー支援のプラットフォームを提供する。

⑦国家ICイノベーションセンター（国家集成电路创新中心）

⁵⁵ <http://www.niiam.cn/>

⁵⁶ <http://www.xinnovation.org/>

2018年7月、復旦大学、中芯国際、上海華虹集団の3者が共同で、「企業+アライアンス」のモデルを採用し設立された。中芯国際は、中国国内で最大規模、先進的なICウェハーOEM企業である。同イノベーションセンターは復旦大学張江校となっている。

⑧国家デジタル化設計・製造イノベーションセンター（国家数字化设计与制造创新中心）⁵⁷

華中科技大学と清華大学が共同で提案し、2018年9月に認可された。「企業+アライアンス+ネットワーク」の方法を採用して組織され、武漢デジタル化設計・製造创新中心有限公司（2017年11月に設立、15の株主、登録資本は1.4億元）を運営主体とし、デジタル設計・製造イノベーションアライアンス（清華大学、上海交通大学、浙江大学、機械科学研究総院、一汽集団等が提案し2018年3月に設立し、大学、研究所、企業の73のメンバーで構成）を基礎とし、ネットワークと地域センターを放射的なプラットフォーム（中国中部・北部はシミュレーター、中国東部は自動車産業、中国南部はスマート製造ライン・ワークショップ、中国西部は宇宙、航空産業）としている。

その他、⑨国家軽量化材料成形技術設備イノベーションセンター（国家轻量化材料成形技术及装备创新中心）⁵⁸（北京市）、⑩国家スマートネットワーク自動車イノベーションセンター（国家智能网联汽车创新中心）⁵⁹（北京市）、⑪国家農業機械設備イノベーションセンター（国家农业机械装备创新中心）（河南省洛陽市）⁶⁰、⑫国家先進軌道交通設備製造イノベーションセンター（国家先进轨道交通装备制造业创新中心）⁶¹（湖南省株州市）、⑬国家先進機能繊維イノベーションセンター（国家国家先进功能纤维创新中心）⁶²（江蘇省蘇州市）が工業情報部により認可され建設が進められている。

⁵⁷ <http://niiddm.com/>

⁵⁸ http://www.beijing.gov.cn/zfxxgk/hrq11R048/gzdt53/2018-12/21/content_eb1555a648cd46f28bce7f890d25d78f.shtml

⁵⁹ http://www.sohu.com/a/318813721_100127117

⁶⁰ <http://www.yunduan66.com/post/410.html>

⁶¹ <http://finance.sina.com.cn/roll/2019-01-11/doc-ihqfskcn6028653.shtml>

⁶² <http://finance.sina.com.cn/roll/2019-06-13/doc-ihvhiew8647549.shtml>

表 2.2.14 国家製造イノベーションセンターの設置状況

	分野	都市	認可時期
1	国家動力電池イノベーションセンター	北京	2016年6月
2	国家AD製造イノベーションセンター	西安	2017年3月
3	国家印刷・フレキシブルディスプレイイノベーションセンター	広州	2018年1月
4	国家情報光電子イノベーションセンター	武漢	2018年4月
5	国家ロボットイノベーションセンター	瀋陽	2018年6月
6	スマートセンサイノベーションセンター	上海	2018年7月
7	国家ICイノベーションセンター	上海	2018年7月
8	国家デジタル化設計・製造イノベーションセンター	武漢	2018年9月
9	国家軽量化材料成形技術設備イノベーションセンター	北京	2018年12月
10	国家スマートネットワーク自動車イノベーションセンター	北京	2019年5月
11	国家農業機械設備イノベーションセンター	洛陽	2019年5月
12	国家先進軌道交通設備製造イノベーションセンター	株州	2019年
13	国家先進機能繊維イノベーションセンター	蘇州	2019年

出所：各報道より作成

国家製造業イノベーションセンターの他、2019年7月時点で、107の省レベルの製造業イノベーションセンターの認定が完了している⁶³。工業和信息化部弁公室は、2017年7月、「省級製造業イノベーションセンターが国家製造業イノベーションセンターに昇級するための条件に関わる通知」⁶⁴を出しており、定められた条件を満たす省級製造業イノベーションセンターは、国家級の製造業イノベーションセンターに格上げされると考えられ、2025年迄の約40の国家級製造業イノベーションセンター設立を達成していくものと考えられる。

科技部では、2017年11月、「国家技術イノベーションセンター建設活動指南」（国家技術创新中心建設工作指引建設工作指引）⁶⁵を發布した。第13次5カ年計画の期間（2020年迄）に約20のイノベーションセンターを設置することが示されており、「1つのイノベーションセンターは1つの計画」（一中心一方案）を原則として、通常、設置期間は3年としている。対象となる分野は、大きく分けて3つに分類される。まず、破壊的イノベーションを生み出す可能性があり、産業技術の変革を促し、産業の将来の発展状況に影響を与える領域であり、ビッグデータ、量子通信、AI、現代農業、合成生物学、マイクロバイオーム、プレジジョン・メディシン等が含まれる。次に、国家経済社会発展のボトルネックを解消し、顕著な経済社会効果をもたらすこと出来る領域であり、高速鉄道、移動通信、スマートグリッド、IC、スマート製造、新素材、クリーン・コール技術、石油探査・開発、バイオ、生物医薬、医療機器、環境整備等が含まれる。最後に国家の安全と重大な利益に関わり、国民生計と産業の命脈の問題に関連する領域であり、航空エンジン、ガスタービン、大型飛行機、核心となる電子部品、原子力、海底探索設備等となっている。

⁶³ <https://feng.ifeng.com/c/7oZ3mgXKE9G>

⁶⁴ 工业和信息化部办公厅关于印发省级制造业创新中心升级为国家制造业创新中心条件的通知
<http://www.sheitc.org/Articles/view/1387>

⁶⁵ 科技部关于印发国家技术创新中心建设工作指引的通知 国科发创（2017）353号
http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201711/t20171123_136430.htm

3. 分野ごとの調査結果

3.1 次世代情報通信技術（光ファイバー、5G、端末等）

次世代情報通信技術に記載する情報は、現地調査実施後本稿を書き上げた2019年6月中旬時点での情報に基づいている。米中貿易摩擦など、状況が常に変化しており、読者が本稿を読むときには状況が異なっている可能性がある。

3.1.1 関連政策の概要と進捗

1) 関連政策の概要

A) 当該分野のイノベーションに関連する政策の概要

情報通信分野においては、中国製造2025、インターネット+、情報通信産業開発計画などの政策がある。中国製造2025では中国は、製造業大国から製造業強国になろうとしており、主に製造業が対象であるが、その中で情報化と産業化のさらなる融合を進めようとしている点、次世代情報通信技術が重点発展分野の最初に位置付けられている点で情報通信に関わりがある。特に次世代情報通信技術の中には、中国産チップの応用・適応能力を高める事、5Gモバイル通信技術を高める事、製造業におけるIoTの進展などの推進が挙げられており、本調査における5G、光ファイバー、端末と関連している。

インターネット+においては、インターネットと産業を結びつけようとしている。特に情報通信に関連する個所では、中国製造2025と同様、IoT、クラウドコンピューティング、ビッグデータなどの技術を活用し、製品ライフサイクルデータを統合し、製品の最適化・高度化を実現しようとしている。しかしながら、本調査対象の光5G、光ファイバー、端末のようなモバイル通信に関連する事よりも、農業、金融、製造業、保健のビッグデータ解析、物流や教育へのICT適用、AIなどより上位のアプリケーションに関わる記述が多く、本調査における情報通信への直接の関係性は薄い。しかし、モバイル通信の進展はこれらを後押しすると考えられ、間接的な関連性を持つ。また、強固な支援基盤構築のため、コアチップの開発を進める事はインターネット+であげられている。

情報通信産業開発計画においては、モバイルインターネット、インターネット、クラウドコンピューティング、ビッグデータ、アプリケーションの開発などが重点分野に挙げられている。その他、データセンタ、基幹ネットワーク、IPv6、IoT、ブロードバンド、5G、ネットワークセキュリティなどの強化を進めようとしている。

B) 進捗状況と成果

「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」に示した通り、中国においては情報通信技術が急速に進展している。特に基地局において、中国は世界一のシェアを誇り、5Gにおいて世界をリードしている。スマートフォンの分野においても世界における中国製のシェアは高い。また、「3.1.4 中国企業における他の先進的事例」に記載した通り、中国においては、BATと呼ばれるバaidu、アリババ、テンセントの三社の存在感が高く、様々なサービスを展開している。従って、情報通信に関わる政策は一定の成果があったと言える。詳細は該当の章を参照頂きたい。

C) 今後の方向性と課題

現在、米中貿易摩擦が激化しており、米国製機材のファーウェイへの供給が止まっている。また、米国の技術を50%以上使用している製品は、アメリカのトランプ大統領が米国以外の国からも中国への供給も禁じている。そのため、ファーウェイのスマートフォンは4000万台減産されることが新聞報道され、基地局も影響をうけそうである。従って中国の情報通信における最大の課題は、スマートフォンや基地局など5Gを支える技術におけるコアチップ等、中核部品やOSの内製化である。スマートフォンのOSは開発が完了したとの新聞報道があるが、その他の部品、スマートフォン本体と共に動作するかの検証を考えるともう少し時間がかかる可能性が高い。スマートフォン、基地局におけるコアチップ内製に関わる詳細は、「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」に記載した。また、IoTやスマート工場については現在発展途上であり、今後の進展が必要である。

2) 国家イノベーションセンターの概要

再委託を通じて調査を試みたが、再委託先から国家イノベーションセンターへの面会が叶わず、情報を得ることができなかった。

3.1.2 中国企業の技術レベルと動向

1) まとめ

今回の調査対象である、5G、光ファイバー、端末は、キャリア設備とユーザ設備に大きく2分される。

キャリア設備は、端末からの4G/5G等の無線電波の通信を受信する基地局間を光ファイバーで結ばれて構成されている。基地局は、本体、主要部品であるコアチップ(PCのCPUに相当するもの)、その他の部品により状況が異なるため、それぞれごとに調査した。光ファイバーは、特殊用途、汎用品により、日中の強みが異なるため分割してまとめた。

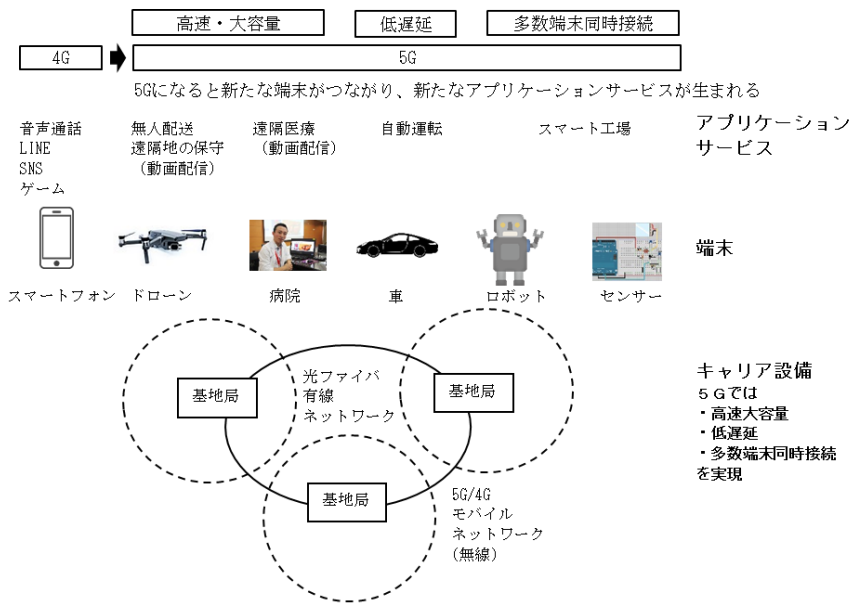


図 3.1.1 次世代情報通信技術（光ファイバー、5G、端末等）概要

ユーザ設備では、4G 時代においてはスマートフォンが端末の主役であり、音声通話、SNS、LINE、ゲームなどの用途等に使われていた。今回の調査としては、5G 時代も引き続き重要であるスマートフォンを端末の代表として調査した。スマートフォンも本体、主要部品であるコアチップ、その他部品により状況が異なるため、分けて調査した。

A) 通信会社

中国の三大通信会社は中国電信、中国聯合通信、中国移動である。いずれも国有企業であり、日本の通信会社と異なり、中国政府の管理のもと、競争は緩やかであり、協働している。以前、鉄通という通信会社も存在したが、途中で吸収され三社になった。かつて、中国移動が中国 95% の場所で、現在の 60~70% の基地局を導入した。しかし、政府の方針のもと、三大通信会社は、合同で鉄塔という会社を作り、ファーウェイから基地局を購入し、三社共同の移動体通信インフラを整えている。中国移動が鉄塔設立前に導入した基地局は、設備を鉄塔に移し、今は鉄塔が基地局の整備を行っている。基地局を共有し、電波の周波数帯域を分けて、通信会社に割り当てる事により、通信会社間での通信設備を重複して所有する事を軽減し、通信会社全体が負担するコストを抑えている。

中国政府は、三大通信会社に加え、ブロードバンドサービスを提供する中国広播電視網絡（中国広電）の四社に対して 5G の免許を与えた。移動体通信最大手の中国移動は、2019 年 9 月末までに 40 都市で 5G サービスを開始すると表明している。しかしながら、中国における 5G への投資は遅れている。中国において、8 年間で見込み 1.8 兆人民元が 5G に投資される予定である。しかしながら、三大通信会社は 2019 年 1,000 億人民元を投資する見込みであったが、実際には 350 億人民元の投資しかされなかった。5G への投資が遅れている背景は下記である。

- ①米中貿易摩擦により ZTE・ファーウェイ製品の使用が米国はじめ、多くの国で禁止されている。
- ②携帯電話加入者数が中国の 13 億人の国民のうち 13 億 6,467 万人と、ほぼ飽和しており、5G を導入して加入者数の伸びによる投資回収は難しく、投資回収に戦略が必要である。
- ③コアチッ

プを開発している Qualcomm は 28GHz のミリ波に対応しているが、中国では 16GHz であり、規格が違うためチップへの対応を検討する必要がある。

ブロードバンド事業ではアクセススピードに関して、北部では中国聯合通信が、南部では中国電信が優れている。移動体通信では中国移動のシェアが一番大きいですが、三社とも移動体通信サービスを提供している。

かつては、中国移動が 6 億人以上の顧客を有していたが、中国電信は顧客数が少なく、中国聯合通信はさらに少なかった。しかし、今は三社の顧客数が近づいてきている。三大通信会社は顧客獲得競争を行ってはいるが、三社とも国有企業であり、国がそれぞれの顧客数などを制御している。例えば、一番多くのユーザがいる W-CDMA のライセンスを、顧客数の少ない中国聯合通信に与えユーザ数を増やした。中国電信には CDMA2000 という次にユーザが多いライセンスを与え、研究開発力のある中国移動には TDSCDMA という研究開発が必要なライセンスを与えた。

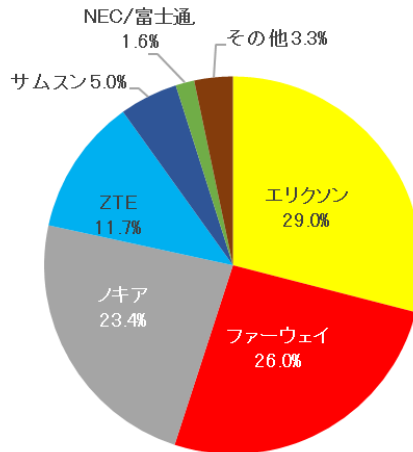
B) 基地局

基地局においては、中国のファーウェイ、ZTE が 2017 年における世界シェアのそれぞれ 2 位（ファーウェイは一度 1 位になったが、米中貿易摩擦の影響で 2 位に転落した）、4 位であり、中国の世界の基地局に占めるシェアは 37.7% であり、世界一である。中国でのヒアリングによると、英国が実施した調査では、ファーウェイの技術レベルは、ライバルのノキア、エリクソンより 18 ヶ月～24 ヶ月進んでいるとの事であった。

また、人件費の安さも中国の強みである。ファーウェイ・ZTE は基地局の製品を作るのみでなく、三大通信会社から業務をトータルで請負い、ネットワークの設計、導入、保守など全ての業務を実施している。

4G から 5G にアップグレードするためには、①4G 時代に導入した基地局の一部アップグレード、②新規基地局の導入のいずれかが必要である。①の方がコストは安く済むが、②の方が 5G の性能を十分に享受できる。①においてコストが下がるメリットを享受するためには、4G で導入した基地局の製造業者の基地局を導入する必要がある。従って、図 3.1.2 のシェアは 4G の基地局シェアであるが、5G に移行しても、これらのシェアは大きく変わらないと予想される。

また、3GPP などの標準化団体に対しても中国企業は多くの人を派遣し、標準化団体内での発言力を強めている。5G における標準化も中国企業に優位に進められたという話もあった。



(出所) 英 HIS マーケット

図 3.1.2 携帯基地局の世界売上高シェア (2018 年)

C) 基地局におけるコアチップ (CPU)

基地局、スマートフォンのコアチップは、LSI と呼ばれる部品の一種であり、トランジスタやダイオードを集め、電流値を抑え集積化する事により作られる。中国においてもコアチップの製造が進められているが、アメリカの Qualcomm の技術が強く、米中貿易摩擦により、米国コアチップのファーウェイへの供給が止まる事は、中国の基地局生産に影響を及ぼしそうである。

ファーウェイ・ZTE が提供する基地局のコアチップ (CPU に相当するもの) は主にアメリカの Qualcomm から輸入されていた。2018 年 4 月、アメリカ商務省は、ZTE がイランに対して通信機器を輸出していたとして、アメリカ国内での ZTE による通信機器の販売を禁止していたのみでなく、コアチップの ZTE への供与を禁止した。コアチップの生産は技術的に難易度が高く代替品を見つけることが出来ず、この制裁により、ZTE は 1~6 月の約 1,280 億円の純損失を計上した。現在は ZTE への制裁は解除されている。

2019 年 5 月、アメリカのトランプ大統領は、ファーウェイが通信機器にバックドアを仕掛け、情報を盗聴しているとして、ファーウェイへの米国製のコアチップ含む部品供与を停止すると発表した。さらにファーウェイ・ZTE の通信機器の購入を控えるようにアメリカ同盟国に対して呼びかけている。これに対して、ファーウェイ任正非社長は、アメリカがコアチップを供与しなくても、内製が可能であると話している。

本調査において、ファーウェイが米国と同等のレベルのコアチップを製造できるか否かは意見が二分した。15 年前から、ファーウェイはアメリカのコアチップ供給停止、日本の地震、タイの洪水などのようなリスクによって、ファーウェイのサプライチェーンがダメージされることに備えて、BCP (Business Continuity Plan) を検討してきた。その結果、コアチップの自主生産もできだろうとの声があった。

一方、ファーウェイもバーロンと呼ばれるチップを開発しようとしているが、6GHz 以下の電波でしか使うことが出来ず (6GHz 以上の方が、高速・大容量、低遅延、多数端末同時接続という 5G の特性がより活用できるが、電波が届きにくいというデメリットもある)、さらに、他の中国

ローカル企業もチップを開発しようとしていて試作品が出来たが、量産はできていないという声もあった。チップが開発できる会社は Qualcomm、ファーウェイ、紫光展鋭の 3 社であるが、中国の後者 2 社は、デザインはできるが、製造は今まで台湾にアウトソースしており、米中貿易摩擦の中、アメリカ派の台湾に製造が委託しづらくなっているようである。また、中国企業は、Qualcomm の技術レベルには追いついていないようである。

D) 基地局におけるコアチップ (CPU) 以外の部品

基地局はスマートフォンと比べ格段に大きく、部品を小型化する必要はない。どのような部品が基地局で使われているか詳細は明らかにならなかったが、コアチップ以外の部品は、生産の難易度が高くなく、中国企業は外国に大きく依存する事無く、内製する事が可能である。特に中国はアンテナの生産技術が高い。製造は 70%が深圳で行われており、ほぼすべて、ファーウェイ、ZTE からの発注である。

E) スマートフォン

スマートフォンの付加価値は、コアチップを中心とした部品、Apple の iPhone に搭載されている iOS や Google が各スマートフォン業者に提供している Android 等の OS にあり、最終セットの生産は比較的容易であり、中国で十分なレベルのスマートフォンが作られている。かつて、中国には、iPhone などの模倣品を本物とほぼ同等品質で格安の値段で販売する業者や、質の悪い低価格模倣品を製造する個人事業者が多数現れた。現在は、中国では模倣品の取り締まりが厳しくなり、これらの業者は淘汰された。しかしながら、ファーウェイは高品質な製品を iPhone より低コストで販売し、OPPO や VIVO はさらに低コストで若者向けに音楽やカメラの機能を強化したスタイリッシュなスマートフォンを提供している。小米 (シャオミ) もおしゃれな低価格を売りにしている。品質においても、一部バッテリーの耐久性が短いなどの声もあったが、通常の使用においては十分な性能のようである。

F) スマートフォンにおけるコアチップ (CPU)

基地局におけるコアチップと同様、アメリカの Qualcomm が強いが、米中貿易摩擦のため、アメリカのトランプ大統領は、ファーウェイへのアメリカ製コアチップの提供を禁じている。ファーウェイは、傘下の HiSilicon にてコアチップの研究を行ってきた。4G 時代にファーウェイは自社製のチップを使うようになってきた。ファーウェイは、2 億台の携帯電話・PC のうち 5 千万台のコアチップを Qualcomm から輸入しているが、1.5 億台のコアチップを内製している。ファーウェイはコアチップの研究開発を進めており、情報通信業界に詳しい中国人投資家によると、コアチップに関わるアメリカへの依存度は 1%以下まで下げることが出来、米中貿易摩擦のファーウェイへの影響は限定的であろうという意見もあった。

しかしながら、ファーウェイが最先端の線幅 7nm のコアチップが作れるかどうかでは意見が分かれた。中国半導体協会によると、Qualcomm は 7nm を製造できるのに対し、ファーウェイは 12 ~16nm が限界である。しかしながら、ファーウェイは Kirin 980 SOC (System On Chip Systems) という 7nm のコアチップを Qualcomm が出すより半年前にリリースしたという話もあった。ファーウェイではコアチップの研究開発は自身で実施するが、製造は台湾の TSMC にアウトソースしている。ファーウェイは必要な時に必要な量のコアチップを製造する点、十分に歩留まり (良品率) 上げるという点で、まだ製造レベルが十分でないという話もあった。しかしながら、

台湾のTSMCは7nmでも12nm～16nmでもチップを製造する事が可能であり、以前7nmはQualcommのみに提供していたが、現在はファーウェイにも提供しているという話もあり、ヒアリングの回答者間で見解が分かれた。これらを総合すると、ファーウェイも研究開発により、一定のレベルでのコアチップは製造できるが、一部Qualcommに依存している部分もあり、米中貿易摩擦により、米国製コアチップ等を使用できない事により影響は受けるであろうと考えられる。

また、Kirin コアチップでは、英国アーム社の所有する特許を用いているが、米中貿易摩擦の影響により、これが活用できなくなった。今後こちらもファーウェイのコアチップ生産に影響しそうである。OPPO、VIVO、小米、ZTEは、Qualcomm製のコアチップを用いており、これが提供されなくなると、ビジネスに影響が出そうである。

G) スマートフォンにおけるコアチップ(CPU)以外の部品

スマートフォンにおけるコアチップ以外の部品については、複数の中国人関係者から、中国は技術が足りない、日本の技術が高いという話があった。「3.1.3 日中企業の競合・協働の可能性」の「日中企業の技術レベルの比較」に詳細を記載する。

H) 光ファイバー（特殊用途）

I) 光ファイバー（汎用品）に示す通り、光ファイバー（特殊用途）は中国の技術力はまだ十分でない。

I) 光ファイバー（汎用品）

中国の国内市場の60～70%を中国製の光ファイバーで提供されており、うち、中国三大通信会社からの引き合いが90%である。中国移動のニーズが一番高く、最大であった時では36%であった。中国では光ファイバー普及率が高く、90%以上である。

2017年頃4Gの進展による携帯電話の基地局設置により、光ファイバーの需要が大きくなり、需要に供給が追いつかなくなり、光ファイバー製造業者は設備を増強した。当時、世界市場の1/3は中国であった。2018年に中国移動から光ファイバーの大型入札があり、中国企業・日本企業を含む企業が設備を増強して応じたが、実際には入札の半分しか発注がなかった。そのころから世界最大市場であった中国における光ファイバーの需要が下がり、光ファイバーが過剰供給になっており、現在、業界としては厳しい状況にある。また、5Gにより、光ファイバー敷設が急速に進むと言われているが、通信会社が5Gへの投資によりどのようにビジネスを拡大するか青写真が描けていないせいか、実際には5G関連の投資が遅れている。そのため、光ファイバー敷設も進んでいない状況である。

光ファイバーのバリューチェーンは下記の3つからなる

- ・母材作成：ファイバープリフォームを製造
- ・ファイバー作成：ファイバープリフォームを伸ばして光ファイバーを製造
- ・ケーブル作成：光ファイバーを束ねてケーブルを製造

上記の工程は全て技術的に難しいが、母材作成、ファイバー作成、ケーブル作成の順に必要な設備投資額が大きく参入が難しい。従って、資本がない企業はケーブル作成から始めるが、資金

力がある会社は母材作成、ファイバー作成、ケーブル作成の全ての工程を実施する。かつては、日本の住友電気工業・米国のコーニングがプリフォーム市場を占めていた。しかし、現在は中国のプリフォームの技術をマスターし、中国国内のプリフォームは中国製が80%、残りの20%はコーニング/住友が占めている。世界市場においては、中国企業が25%のシェアを占めるが、一带一路沿線国が多い。しかしながら、中国が強いのは汎用品の低コストの光ファイバーであり、特殊用途では中国は弱い。しかしながら、海底ケーブルは特殊用途であるが、中国も技術力が伸びてきており生産を始めている。また、研究開発能力が高いため、市場が拡大すると特殊用途における中国の技術力が成長する可能性がある。

中国の光ファイバー製造業はシェアの高い順に長飛(YOEC)、亨通(HTGD)、烽火(FiberHome)、富通(FUTONG)、中天(ZTT)、兆龙(ZHAOLONG)である。YOECはいくつかの国有企業とオランダの企業の合弁企業、HTGDは民間企業、FiberHomeは国有企業である。

J) 中国において情報通信が発展した理由

今回調査した、5G、光ファイバー、端末に関わる技術のうち、スマートフォンの部品、光ファイバーの特殊用途における現時点での中国の技術レベルは十分ではないが、中国ではあらゆる面で情報通信技術の技術レベルが急速に進展しており、コストは低いものの高い技術を持つようになってきている。中国における情報通信技術の発展の理由は下記と考えられる。

1. 鄧小平氏の市場開放に伴い、民間企業が成長し、これにより、計画経済の強みに加え、自由市場による民間の活力も活用できるようになった。
2. 最初は、深圳に低コストを目的とした組み立て工場が作られ、香港と場所が近いため、香港からたくさんの方が流入してきて、投資も増えてきた。1979年に人口30万人の漁村だった深圳は、2019年には1500万人を超える大都会となった。
3. 深圳に徐々に工場が多く作られるようになり、組み立てのみでなく部品も作られるようになり、深圳の中でサプライチェーンが完結するようになった。ファーウェイのような地元企業も生まれるようになった。
4. 国の政策により、ICT企業に重要な産業に対しては、助成金を出し、国が主導で産業を育てた。公には国は特定の企業の支援はしていないと言われているが、コネ社会であり、実際には支援されているだろうという話もあった。
5. ベンチャー企業が設立され、多くの優秀な若者が中国全土から集まるようになった。
6. 華強北(ファーチャンベイ)に秋葉原のような電気街が生まれ、電子デバイスが売買されるようになった。
7. エンジェル投資家も深圳に集まり、国内からもお金が深圳に流れるようになり、もの作りが行われるようになってきた。
8. 経済特区とされ、深圳に税制優遇が施され、外資系企業が入りやすくなった。
9. 中国国内には13億人もの人数の国民がいるため、付加価値のあるサービス・製品を提供する企業が生まれると、内需により成長することが出来た。

10. 中国は規制により、外資系企業が進出する際は、中国企業との合弁企業とすることを要求した。そのため、外資系企業からのノウハウが中国に流れた。

このように中国における情報通信産業は、従来の国主導である計画経済の強みに加え、民間の活力を活用する国家資本主義のもと成長してきた。また、中国は貪欲に外国から学ぶ能力が高い。Apple が中国で iPhone/iPad を生産したことにより、スマートフォン・モジュール・部品製造を学び、ファーウェイは、日本の製造技術、サムスン電子のマーケティング/ブランディング、Apple のデザイン能力を学び成長した。

更に中国は実利主義であり、知的所有権を重要視しない傾向があり、外国の技術を徹底的に模倣したと複数の中国人・日本人双方からの話があった。模倣品=低品質とイメージされがちであるが、低品質の製品も存在するが、本物とほぼ同等の模倣品も製造できるのが中国の特徴のようである。かつて、iPhone とほぼ同等品質の模倣品が、非常に低価格で販売されていたが、現在は取り締まりが厳しくなり、公には販売されなくなっている。

中国は、外国の技術を模倣しているだけだと考える人もいるようであるが、現地で働く日本人からは、中国の研究開発力は一流である、日本人よりはるかに優秀で今日本が中国よりも優れている部分も簡単に追いつかれるだろうと予想する声も一部からあった。

2) 代表的中国企業の事例

中国の情報通信分野で代表的な企業は、ファーウェイ、ZTE 等、「表 3.1.1 日中の技術力の比較及び競合・協働の可能性」の「メインプレーヤ」に記載されている企業だが、このうちファーウェイ社について詳細な情報を確認できた。また、本調査で面会できた他の情報通信関連の中国企業の事例も合わせて示す。

A) ファーウェイ

ファーウェイは世界有数の中国の情報通信企業であり、スマートフォンや基地局の製造、導入、ネットワーク整備を行っている。5G の基地局導入においては世界をリードしており、世界中に 40,000 台以上出荷している。ファーウェイは上場せず、株式の 98.6%は中国人社員 8 万 1144 人が保有しており、株主への還元を気にすることなく、18 万人の従業員のうち 11 万人を研究開発に従事させ、利益の 90%を研究開発者のボーナスとして割り当て、一人当たり年 70 万人民币も支給し、研究開発に力を入れている。ファーウェイは 700 人以上の数学者、600 人以上の物理学者を雇用し、これらの知恵を活用し、競争力を高めている。日本には材料研究所を配備し、フランスには美学研究所を配備し、フランスで研究したデザインをスマートフォンに反映させている。外国人も多く、3~4 万人を占めている。マーケティング、アフターサービス、研究などに配置し、大きく貢献している。ファーウェイの任社長は親日である。日本のマネジメントや京セラの哲学、ソニーのマネジメントなどを学んできた。東日本大震災の際も華為技術は撤退せずに、通信保護、救援などの支援を行った。ファーウェイは 2018 年日本から半導体を 66 億米ドル購入しており、米中貿易摩擦はあるが 2019 年も半導体 80 億米ドル購入したいと言っており、日本はファーウェイの重要な調達源となっている。この半導体の用途は主にスマートフォン向けであるが、一部基地局向けも含んでいる。任社長によると、ファーウェイははじめ中国の ICT 企業が成長できたのは、Apple により、①中国で Supply Chain が構築され、②消費者が育ち、③Apple が高い価格付けをしたことによりファーウェイがスマートフォン業界に参入できたためであると話

している。ファーウェイは、日本市場に製品を投入しているが、そのためには、日本の厳しいテストをパスする必要がある。日本はテストにより、ファーウェイのスマートフォンの品質の問題箇所を伝えるため、ファーウェイのスマートフォンの品質改善に役立っているようである。現在、米中貿易摩擦により、スマートフォン向けコアチップ、Google からの Android の供給が止まると言われているが、ファーウェイによると代替品の提供が可能であるとのコメントであるが、スマートフォンが 4000 万台減産になると報道があったように多かれ少なかれビジネスへのインパクトがありそうである。

B) 永達電子情報有限公司

永達電子は西南大学が 100%株式を持つ国有企業としてスタートしたが、2001 年に民間株式会社になり、300 人の社員を有し、うち 90%が研究者である。ハルビン、北京、上海、成都、深圳などに拠点を持ち、国内の鉄道に沿って拠点を配置している。永達電子では鉄道向けのソリューションが強く、鉄道専用の 5G ソリューションを研究開発進めている。鉄道においては、鉄道列車及び各部品、周辺環境のモニタリング情報等の収集、高速新幹線が 350km で動作中のシームレスな収容基地局の切り替えが必要である。鉄道の線路の両脇に簡易基地局を一定間隔で設置する。乗客は通常キャリアが提供する基地局に 3G/4G/5G など収容されるが、鉄道ネットワークを使用するためには、スマートフォン上にて、手動又は自動でネットワークを鉄道ネットワークに切り替える必要がある。一般的に 5G とはキャリアが消費者向けに提供するが、永達電子の技術は今現在はキャリアが使うネットワークに使われてはおらず、鉄道ソリューションに特化している。但し、中国聯合通信からも今引き合いを受けている。今、世界で 5G が研究開発されているが、ほとんどが、6GHz 帯以下の周波数であり、5G の高速大容量・低遅延・高信頼性・多数端末同時接続の 5G のメリットを十分享受できない 4G プラスである。一方、永達電子は 6GHz 以上の周波数帯：30GHz～30.4GHz のミリ波に対応している。CISCO がスウェーデンの会社と開発した 5G ソリューションの切替遅延は、750 μ s であったが、永達電子が開発したソリューションの切替遅延ではわずか 135 μ s であった。

C) 深圳艾龍電子有限公司 (Along)

Along は IoT/ビックデータ/AI をメインビジネスにしており、深圳、北京、香港などに拠点を持ち、30 人の従業員がいる。IoT を活用し大量のデータを吸い上げ、そのビックデータに蓄積し、AI を用いて分析する事を事業としている。現在は 4G のネットワークでこれらを実現している。IoT/ビックデータ/AI の中でも、Smart Prisoner と Smart Manufacture をビジネス領域としている。

Smart Prisoner は、囚人を拘束するためのハードウェアを囚人の足につけ、囚人が暴れたり、囚人同士が近づきすぎたり、遠ざかりすぎたりした場合に、自動的に電流を流し、囚人を罰するための仕組みである。間違えて電流を流すことを減らしていくために、電流を流した時、その時の囚人の行動などをビックデータに蓄積し、AI で分析する事により、精度を上げていこうとしている。中国政府に対してサービス提供している。

Smart Manufacture は、トレンドであるスマート工場のソリューションであり、大手の HP/IBM/シーメンス/アリババ/テンセントもサービス提供している。これらのサービスは、工場における各工程の機械の状況などを詳細に多数のデータを取り、Big Data 解析しているのに対し、Along は製造における各工程においてどれだけの製品が出来たかのみをフォーカスしてデータ収集・分

析する事によりコストを下げ、中小企業をターゲットにサービス提供できることを強みとしている。大手を活用すると、Smart manufacture の導入に 100,000 元位かかるのに対し、Along 社のソリューションは 36,000 元程度のコストしかかからない。製品が出来たのかどうかの情報をツールを使わず収集すると、間違いが多くなるが、Along 社の製品を導入する事でより正確なデータが取得できる。Along の Smart Manufacture では、データ収集のためにセンサは使用せず、QR コードをスキャナーで読み込む方法を採用している。その内容がローカルのサーバに転送され、さらにネットワークを介して、クラウドに保存されるようになっている。これによりコストを抑えている。5G になっても Smart Manufacture は何も変えずに動作させることが出来るが、Smart Prisoner はチップを対応させる必要がある。

D) 智雲興業

智雲興業は、弱電の設計、設置、サーバのモニタリング、トランシーバ、ラジオ放送システム、カラオケ営業システムの設計、設置、メンテナンスなどのシステムインテグレーションを実施する。ハードウェアの製造は行っていない。市販されているハードウェアを組み合わせてシステムを構築・運用するのが業務である。智雲興業は、下記のビジネス上の課題を抱えている。

①Wifi などにより建物の中の屋内配線の需要が減り、ケーブルの引き込みのビジネスが減少している。

②メンテナンスコストが上昇している。

③5G が導入されると、有線のインターネットが不要なケースも多くなり、今まで活用してきた製品が使えないことがあり、技術の転換が必要。

5G 時代の上記の課題に智雲興業では下記のとおり対応しようとしている。

①5G の技術に適応可能なように研修の強化

②同業他社等と連携して技術力強化

③5G に関わる技術を試してみる事による技術力強化

3) 代表的中国情報通信関連団体の事例

情報通信分野における中国の代表的業界団体である中国通信標準化協会、中国半導体産業協会、中国インターネット協会に面会し情報を確認できたので事例として示す。

A) China Communications Standards Association (CCSA) 中国通信標準化協会

CCSA は 2002 年に作られ、中国国内の情報通信に対する標準化を行うため、国際的な標準化団体、国内の産業団体と連携している。メンバー数は 500 以上からなり、Intel, Apple 等海外の企業も参加している。産業団体は自主的に集まっておりメンバーを自身で決められるが、CCSA は標準化団体であり参加資格があったら全ての企業を選ばずに受け入れる必要がある。産業団体は同じ考えを持つメンバーが集まっており、時として小集団となるが、IoT 時代においては、小集団の考えが重要になる事があり、CCSA が標準化を進める際に、小集団の声を無視することが出来ない。CCSA では国際的な標準化団体では 3GPP、ETSI (European Standard Organization)

と連携し、日本では ALIBA、TTC と連携している。日本、韓国の団体とは年に一度集まっている。来年の春にも会議が予定されている。技術委員会としては、モバイル、IoT、セキュリティ、スITCHングなどが存在する。クラウドなどの分野でも協力を進めている。

CCSA では 4 種類の標準化を進めている。

- ①中国国家の標準
- ②業界の標準（工業と情報株）
- ③CCSA の標準
- ④CCSA の小集団標準

B) China Semiconductor Industry Association (CSIA) 中国半導体産業協会

半導体は情報通信における端末や基地局の重要な部品を構成しているが、中国半導体産業協会は 1990 年 11 月 17 日に設立され、半導体における集積回路、半導体、個別デバイス、材料、設計・研究、その他に関わるメンバー企業を有し、非営利目的で設立された。政府の方針に沿って会員企業、産業、政府にサービス提供する事、企業に対して必要な権威者とのパイプを作る事、会員企業や産業の権利を守り産業を推進していく事を目的としている。協会には、製造業、設備、パッケージ、材料等、600 社の会員が所属している。政府、業界、企業に対して調査結果をサービス提供している。国内の企業のみでなく、外国の企業も会員として参加している。業界では年に二回イベントがあり、上半期には市場年次大会があり、フォーラムを実施し、ランキングを発表している。下半期には大型展示会を開催している。研究活動は年に一回産業発展報告書にまとめている。事務局は秘書長を筆頭に専門家委員会、国際合作部、情報交流、展示研修部、企業資格認証部、事務室などからなる。

C) Internet Society of China (ISC) 中国互聯網協会

ISC は 2001 年 5 月 25 日に設立された工業信息化部が管理する団体である。ISC は通信会社、製造業者、研究機関等 70 以上のスポンサーによって設立された。ISC は、インターネットに対する様々な活動に関わる、法律会社、研究機関、学術団体、大学や、他組織 1200 以上の会員企業から成立されている。ファーウェイ・ZTE、三大通信会社（中国電信、中国移动、中国聯合通信）も会員企業となっている。ISC では中国国内のインターネット促進のため下記を実施する。

- ・会員企業内のコミュニケーションを促進するため、会議などを実施
- ・技術を応用するための議論の場を開催
- ・会員企業内のルール作成
- ・インターネットファイナンス、自転車シェアリングなどの研究開発も実施。
- ・国際交流・海外連携（中国のインターネット経験の海外への発信、海外の経験の情報収集）

3.1.3 日中企業の競合・協働の可能性

1) 日中企業の技術レベルの比較

日中企業の技術レベルについて、通信会社、基地局、基地局におけるコアチップ、基地局におけるコアチップ以外の部品、スマートフォン、スマートフォンにおけるコアチップ、スマートフォンにおけるコアチップ外の部品、光ファイバー（特殊用途）、光ファイバー（汎用品）、5G により進展する新たなサービスについて比較した。

表 3.1.1 日中の技術力の比較及び競合・協働の可能性

		日本の メインプレーヤ	中国の メインプレーヤ	日中間の技術力の比較	日中競合・協働の可能性
通信会社		NTT、KDDI、ソフトバンク、楽天	中国移動通信、中国聯合通信、中国電信	日本・中国の通信インフラを比較する事に意味がない ただし、中国も日本も5Gは間もなくスタート(日本では2019年パイロットサービス・2020年商用サービス開始、中国では2019年末パイロット・商用サービス開始)。中国は政府が主導し、国有企業である三大キャリアが連携して移動体通信網を整備しているが、日本では一部協働しているものの、基本にはキャリア間でインフラ整備を独自に行っており競争している。	競合も協働もない 通信業者は各国におけるサービスの提供を行い、日本と中国の通信会社とは競合・協業もせず、日本の通信会社は国内で競合・競争している。
基地局	本体	NEC、富士通	ファーウェイ、ZTE	中国が強い 世界におけるシェアは、1位・エリクソン、2位・ファーウェイ、3位・ノキア、4位・サムソン電子となっており、NEC・富士通はドコモに提供しているだけで海外向けはほとんど提供していない。5Gへの移行時は、4Gで導入した基地局に簡単なアップデートをすることによって変える。既にヨーロッパを中心に、世界各地にファーウェイの4Gが採用されており5Gに移行する場合、日本製の技術を新たに導入するよりファーウェイの技術を利用した方が技術的にも優れ、安価であり、状況を変える事は難しい。	国際市場では日本が入る余地はなし、日本国内市場では競合 国内基地局業者は、3G時代に海外進出を試みたが上手く行かず、現在、海外展開を見送っている状態である。ファーウェイは日本国内市場も狙っており、NEC・富士通と競合の可能性はある。但し、米中貿易摩擦により、トランプ大統領が、ファーウェイ製品を使わないことを各国に呼びかけており、すぐに日本国内市場がファーウェイ製品で完全に置き換えられる可能性は低い。
基地局	コアチップ(CPU)	N/A	N/A	中国が強いがアメリカが最強 米Qualcommが市場を独占しており、Qualcommが製品供給を止めると基地局を作る事が難しい。現在、米中貿易摩擦により、トランプ大統領が中国への基地局チップ供給を止めようとしており、ファーウェイは大打撃を受けそうである。中国はチップの内製化を進めようとしている。	競合も協働もない 技術的に難易度が高い分野であり、日本がこの分野で今から技術力をつけるのは現実的でない。アメリカと中国間の競争が進むと思われる。
	コアチップ以外の部品	住友電工、京セラ、ローム、航空電子	ファーウェイ	中国が強い 基地局は大きいので、部品生産に小さな部品を作るための高度な技術は必要なく、ファーウェイは多くの部品を内製することが出来る。一部の部品で日本に優位性があると聞いており、部品業者に会おうとしたが、機密情報であるため面会でできていない。	競合も協働も可能性は低い 日本が得意とする部品を中国のファーウェイやZTEなどに供給するという協働の可能性はある。しかしながら、ファーウェイは部品をほぼ内製化しており、かつ米中貿易摩擦の影響で部品の内製化を進めようとしており、今後日本企業が部品供給により大きく関わることは難しいと考えられる。
スマホ	本体	シャープ、ソニー、京セラ、富士通	ファーウェイ、ZTE、OPPO、VIVO、小米	中国が強い スマートフォン端末は同等性能であれば、価格競争力は中国が強い。国内製スマホは日本ではシェアが高いが、海外シェアはほとんどとれていない。日本国内でも海外市場においてもスマホの成長は鈍化しており、スマホのコモディティ化が進んでおり、品質で勝負する事は難しくなっている。	競合 海外市場では日本勢はほとんど存在感がなく、今後存在感を出すことは現実的ではないだろう。日本国内市場においては、日本製のシェアが高いが中国製が入ってきており、国内のシェアを守る競争が続いている。
	コアチップ(CPU)	N/A	ファーウェイ(HiSilicon)	中国が強い スマホの付加価値は、OSとコアチップ(CPU)にある。OSは米Apple iOSの米GoogleのAndroid、チップは米Qualcommが強く、Qualcommの提供するチップのコストが世界中のスマホ製造業者に負担をかけている。しかしながら、Qualcommほどの技術はないものの、ファーウェイ配下のHiSiliconはチップを内製出来、コアチップが製造できない日本に比べ強みがある。	競合も協働もない 日中ともにチップを作っていないため、当面は協働も競争もない。
	コアチップ以外の部品	ソニー、村田製作所、TDK、太陽誘電、ローム	BOE、Zhen Ding Technology、Goodix	日本が強い 端末の部品に関しては、村田製作所、TDK、太陽誘電、ロームなどの電子部品に、日本に優位性がある。ソニーのカメラ、東芝メモリーのメモリーチップも日本に優位性が高い。しかし、中国の半導体産業はかなり力をつけてきており、日本は競争優位性を保つ工夫をしなくては行けない。また、電子部品の材料であるウエハなどは、日本の信越化学、SUMCOが世界シェアの半分以上取っており、日本の方が強い。	競合・協働の可能性あり 日本が得意とする部品を中国のスマートフォン製造業者に供給するという協働の可能性はある。しかしながら、中国も部品開発の技術が上がってくると競合になる可能性がある。日本は現在の技術優位性が漏れないよう細心を払う必要がある。

光ファイバ	特殊用途	YOEC、FiberHome等5社 (湖北省・武漢省に2社、江蘇州の南・浙江省の北に3社ある。)	<p>日本が強い 高級品である下記の特種用途の光ファイバーは中国には十分な生産技術がなく、外国からの輸入に頼る必要があり、今後技術力アップが必要である。但し、現在の下記の光ファイバーの市場サイズは汎用品に比べて小さいが、市場が伸びると中国も力を入れてくる可能性が高い。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 海底の光ファイバー 2. 偏波保持ファイバー 3. ラジオオーバーファイバー 	<p>競合 現状は日本が優位であるが、中国企業が技術力を増してくると特殊用途でも競合する可能性が高い。</p>
	汎用品		<p>中国が強い 汎用品ではわずかに日本が技術で勝っているもののほぼ同等まで中国の技術が挙がっており、価格競争力がある中国が強い。大きな市場である中国国内のネットワーク敷設においては中国製が活用されている。中国で光ファイバーはコスト低下圧力が高まっており、業界としては厳しい。中国移動は65人民元 / kmで調達していたが現在は31元人民元 / kmの単価となった。中国の会社の財務諸表によると、赤字になっても価格を下げて提供している可能性が高い。</p>	<p>競合 元々日本の会社が得意としていたが、中国が力をつけてきており、現在激しく競合している。汎用品の市場は大きく日本企業としては取りたいところだが、中国の低価格戦略で厳しい戦いとなっている。</p>
5G上の新サービス	N/A (これからメインプレーヤーが決まる。)	<p>一部日本が強い 中国側から、日本はロボット、スマート工場などの分野で強く、学びたいという話が上がった。 スマホビジネスは成熟しており、日中の通信会社からすると5Gを導入してもスマホ通信料は増えず、これによるコスト回収はできず、新たなサービスによりコスト回収する必要がある。しかしながら、5Gはまだ日中ともスタートしていないため、どのようなプレーヤーが強くなるのかは今後である。</p>	<p>競合・協働の可能性あり 今後、プレーヤーが決まるため、協働・競合両方の可能性がある。5Gが導入され、IoT時代になると、データ(各端末がどう動いたか、温度など様々な情報)を所有する事が非常に重要になり、ファウエイが日本製の端末にチップを埋め込もうとしたことがあるなど、データ収集競争が加速する可能性がある。</p>	
国・人に対する信頼		<p>日本が強い 一般的に世界で中国製に対する不安があり、また、米国が中国は情報を盗聴していると伝えており、中国への信頼は十分でないが、日本は信頼が厚い。ODAの世界においても、中国は中国人による支援を行い現地にノウハウを残さないが、日本は現地にノウハウを残す点で評価が高い。</p>		

詳細は後ほど示すが、まとめは下記である。

- ・日本は、スマートフォンにおける部品生産、光ファイバーの(特殊用途)が強く、日本の方が中国より技術力が高いという声が中国側から多かった。
- ・一方、低コストに強みを持つ中国は、最終製品の組み立て、低付加価値品の生産に強みを持っている。
- ・スマートフォン、基地局共に米 Qualcomm が提供しているチップが付加価値を提供しており、Qualcomm の力が強い。しかしながら、ファウエイは実力をつけてきており生産を始めている。一方、日本は生産できない。
- ・5G が導入されると、高速・大容量、低遅延、多数端末同時接続が実現され、新たな端末がネットワークに接続され、新たなサービスが生まれる。日本はロボットやスマート製造などで優位に立てる可能性がある。

A) 通信会社

日本と中国ではそれぞれの国の通信会社が通信サービスを提供しており、協働・競合の可能性を検討するために、両国の技術レベルを比較する事は意味がない。ただし、中国も日本も 5G は

間もなくスタート(日本では 2019 年パイロットサービス・2020 年商用サービス開始、中国では 2019 年末パイロット・商用サービス開始)。

中国においては、MIIT のデータによれば、2017 年 6 月現在、移動電話加入者数は 13 億 6,467 万、FTTH 加入者数は 2 億 6,055 万⁶⁶であり、95%の村に光ファイバーのブロードバンド・ネットワークが通じている⁶⁷。一方日本では、2017 年現在、移動電話加入者数は 1 億 7,357 万、FTTH 加入者数は 3 千 30 万⁶⁸である。

「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」「1)まとめ」に記載した通り、中国は政府が主導し、国有企業である三大通信会社が連携して鉄塔という会社の元、移動体通信網を整備し、設備を共有しているが、日本では一部共有しているものの、基本的には通信会社間でインフラ整備を独自に行っており競争している。日本においては、かつて、NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンクの三大通信会社が電波のつながりやすさを激しく競い、基地局を急速に建設していたが、現在は電波のつながりやすさは三社同等レベルになっており、基地局建設競争は収まっている。しかしながら、三社はそれぞれ、通信設備を建設しているため、近隣に別々の通信会社の基地局が存在する事もあり、国が主導し設備を共有している中国に比べ、三大会社の所有する設備は最適化されていない可能性が高い。中国は一党体制で計画経済に市場経済をミックスした政治体制であるが、日本は市場経済の国であり通信が民営化されているため国全体の情報通信設備の最適化を国が主導しにくいものと考えられる。

日本では更に楽天が 2019 年 9 月から情報通信事業に参入する。楽天は、国内三大通信会社とは異なり高額専用の基地局を使用せず、インドの TechMahindra 社の持つ技術を用いて安価な汎用サーバ上で仮想化技術を活用し、コストを抑えたサービス提供を実現しようとしている。サービス企画時は、4G でスタートする事が前提であったが、現在は、4G でサービス開始した後、5G に移行する事を前提にネットワーク設計されている。5G への移行はソフトウェアベースで実施でき、大きな投資をすることないように工夫されている。楽天は、サービスを企画時に設備投資額は 2025 年までに 6000 億円程度と株主に説明していたが、実際には、それ以下のコストでサービス提供が実現できそうな見込みである。この金額は国内三大通信会社の一年分の設備投資額に相当し、全体としては 1/6 程度に収まる計算である。楽天はこのコストをもとに、安価な料金プランを提供し、国内三大通信会社から顧客を奪う事を考えている可能性が高い。しかしながら、課題も存在する。全国に基地局を設置する必要があるが、最初は、大都市以外の場所は基地局をカバーすることが出来ない。カバーできない場所は KDDI (AU) 社のローミングサービスによりカバーする。また、専用の基地局を用いず独自の技術を用いる事により、十分な通信品質が担保できるのか疑問視する声も多い。これらの課題をクリアし、高品質な通話を十分なエリアで低価格でカバーできれば、三大通信会社にとっては大きな脅威になるであろう。

このように日本国内では四社の競争があり、さらに、総務省も三大通信会社に携帯料金の値下げを求めている。また、日本国内の携帯電話市場は成熟しており、5G が導入されても、国内の

⁶⁶ 世界情報通信市場(<http://www.soumu.go.jp/g-ict/country/china/detail.html>) (2019 年 6 月 16 日アクセス)

⁶⁷ (<http://japanese.cri.cn/20180611/366475fc-28a1-abc9-4270-6740f226b4fd.html>) (2019 年 6 月 19 日アクセス)

⁶⁸ 平成 30 年度版 情報通信白書

(<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd252210.html>) (2019 年 6 月 19 日アクセス)

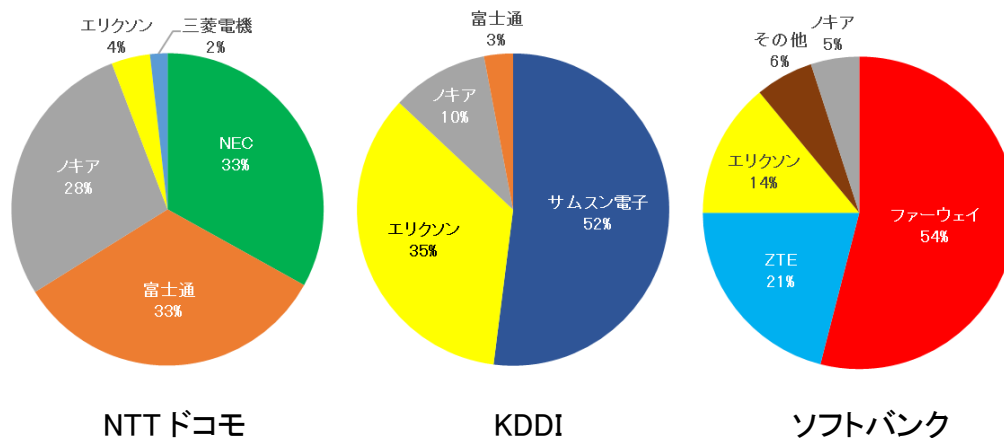
携帯電話加入者数の伸びを期待することが出来ない。中国においても状況は同じであり、中国三大通信会社に値下げを要求しており、かつ、中国の13億人の国民数に対し13.6億の携帯電話加入者数となっており、今後の大幅な加入者数の伸びは期待できない。従って、日本・中国共に5Gの設備投資は携帯電話による通信料の伸び以外で回収する必要がある。従って、5Gへの投資に対しては慎重に考えなくてはならないというのが実情のようである。更に、5Gで使用される6GHz帯以上のミリ波は電波の到達距離が短くなり4Gで70kmの距離まで電波が届いたが、5Gでは1km程度しか届かなく、より多くの基地局の設置が必要とされる。5Gの特徴は高速大容量、低遅延、多端末同時接続であり、スライスと呼ばれる技術により、利用するアプリケーションの特性により5Gの特徴を選択し使い分けることが出来る。通信会社はこれらを使って新たなサービスを提供し、その通信料により収益を拡大し、5Gの投資回収するビジネスモデルを描く必要がある。詳細は、“J) 5Gにより進展する新たなサービス”にて説明する。

B) 基地局

「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」 「1)まとめ」に記載した通り、基地局においては、中国のファーウェイ、ZTEが2017年における世界シェアのそれぞれ2位（一度一位になったが米中貿易摩擦の影響でファーウェイは2位に転落した）、4位であり、中国の世界の基地局に占めるシェアは37.7%であり、世界一である。技術レベルにおいても世界一位と言われており、アメリカが5Gにおける中国との覇権争いで危機感を強めており、米中貿易摩擦の一因となっているとも言われている。

一方、日本のNEC、富士通が基地局業者として、かつては、世界最先端の技術を保有していたが、現在の世界シェアは合わせてわずかに1.6%のシェアであり、日本国内においても、NTTドコモに対してビジネスを行っているのみであり、KDDIはサムスン電子やエリクソンを、ソフトバンクはファーウェイやZTEを活用して、移動体通信網を構築している。NTTドコモは横須賀リサーチパークにおいて、移動体通信技術の研究開発を行っており、NEC・富士通と共に、NTTドコモの独自の通信技術をかつて、海外展開を行おうとしたが、今は撤退しており、国内のマーケットに注力している。現在、米中貿易摩擦により、アメリカがファーウェイを使わないように呼びかけていることから、国内基地局業者にとっては海外再進出の好機とも考えられるが、業界関係者によると、4Gでファーウェイの基地局を導入した国が、5Gで業者を切り替えるためには10年はかかってしまい、また、莫大なコストがかかってしまうため、アメリカのファーウェイ外しの声小さくなった時に、多くの国はファーウェイに戻るだろうと予想しており、国内業者が海外展開をすることはなさそうである。例えば、豪州、ニュージーランドでは、ファーウェイ抜きでは5Gは難しく、特にニュージーランドは4Gにおいて100%ファーウェイ製品を使っており、これらを置換するのは難しそうである。NECはサムスン電子と、富士通はエリクソンと提携し、海外展開するとしているが、現実的には難しそうな状況である。以前、パナソニックはノキアと連携し、4Gの基地局事業を行っていたが、現在は事業をノキアに売却済である。業界関係者によると、基地局の分野では、日本はとて中国には立ち行かず、1～2年は遅れているとの事であった。中国では国策により、5Gや情報通信分野の強化を行っているが、日本がこれらの分野で中国はじめ外国に対する競争力を増すために、国の支援が必要という声日本側関係者からあった。

ファーウェイによると、5Gの技術にNEC、富士通が追いつけるかを疑問視しており、ファーウェイが、NTTドコモ、KDDIと取引がないのは政治的な影響と考え、日本国内におけるビジネスチャンス拡大を狙っている状況である。



出所：ミック研究所

図 3.1.3 三大通信会社の基地局業者（売上高別 2017 年度）

C) 基地局におけるコアチップ (GPU)

「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」「1)まとめ」に記載した通り、中国においてもコアチップの製造が進められているが、アメリカの Qualcomm の技術が強い。しかしながら、日本においては、コアチップは製造されておらず、アメリカの技術には劣るものの、中国の技術は日本より高い。

D) 基地局におけるコアチップ (GPU) 以外の部品

「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」「1)まとめ」に記載した通り、基地局はスマートフォンと比べ格段に大きく、部品を小型化する必要はなく、部品生産はそれほど難しくはない。また、ファーウェイは垂直統合モデルで、基地局本体のみならず、ほぼ部品も内製しており、日本に依存する必要がない。国内の製造業者へのヒアリングにおいて、国内の基地局の部品会社が中国へ進出しようとしている話はあまり聞かないとのことであった。しかしながら、航空電子という会社はコネクタを作っており、中国にも既に進出していることがヒアリングで確認できた。航空電子にアポイントを入れ、基地局の部品における日本と中国の技術レベルについて確認しようとしたが、機密情報にあたるとの事で面会することが出来なかった。

E) スマートフォン

スマートフォン端末は同等性能であれば、価格競争力は中国が強い。「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」「1)まとめ」に記載した通り、スマートフォンの付加価値は、コアチップを中心とした部品、OS にあり、最終セット生産は付加価値が低く、コストが低い方が優位な状況であり、コストが低い中国がコストの高い日本より優位な状況にある。中国企業はコストが安いいため、ローエンドからハイエンドまで様々な機種を投入する事が可能であるが、日本企業はローエンドで勝負する事が難しく、ハイエンドのみでの勝負となってしまう。

日本製スマートフォンは日本国内では、シャープ、ソニー、京セラを合計して 30.2%のシェアがあるが、かつては日本企業も海外シェアが取れていたが現在は、海外シェアはほとんどとれておらず、海外シェアトップ 10 の中に日本企業は 1 社も食い込めていない。海外市場・日本国内市場両方において、スマートフォンは多くの人が所有するようになっており、成長は鈍化している。さらに、携帯電話の買い替えサイクルが、2002 年の 2.0 年から 2019 年には 4.3 年と長期化しスマートフォンを買う頻度が下がっている⁶⁹。また、日本国内においては、総務省の指導の元、2019 年夏から携帯電話やスマートフォンの機種代と通信料が分離されるようになり、通信料から携帯電話やスマートフォンの機種代が割引かれることはなくなり、ユーザは高額を支払う必要が生じるため、購入頻度がさらに下がる事が予想される。

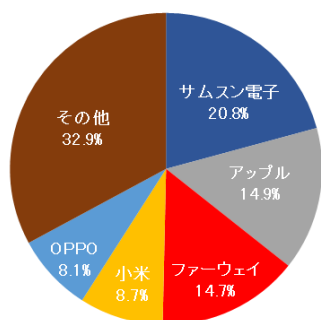


図 3.1.4 スマートフォンの
世界シェア
(出荷台数ベース 2018 年度)
出所：IDC

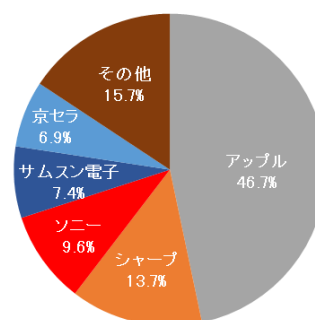


図 3.1.5 スマートフォンの
日本国内シェア
(出荷台数ベース 2018 年度)
出所：IDC Japan 2/2019

スマートフォンでは、コモディティ化が進んでおり、品質で勝負する事は難しくなっている。コストでの勝負が難しい日本企業は、品質・性能面で外国製の製品に勝たなくてはならないことはよくわかっている。しかしながら、調査の中で、すでに撤退した企業にて 3m の高さから落としても壊れることのないスマートフォンなど、顧客が求めずお金も払わない過剰品質・性能を追求してしまう事があったこともあったと噂があり、顧客に訴求できるアイデアが求められる。

このような状況下、2000 年代半ばには、9 社存在していた日本の携帯電話製造業者は、2018 年 3 月に富士通も実質撤退し、現在、シャープ、ソニー、京セラの 3 社のみとなっている。シャープが台湾の鴻海精密工業の傘下であることを考えると、実質 2 社のみである。ソニーもスマートフォン事業の人員を削減し約 4000 人の人員を 2020 年 3 月末までに最大で半減する可能性があるとして新聞報道されており、国内のスマートフォン事業は厳しい状況にある。

中国人の投資家に対して日本のスマートフォンに関する印象を聞いたところ、品質にこだわり過ぎ、デザインが十分でない、グローバル市場に対するニーズを十分考慮していない等、厳しいコメントが挙がった。

⁶⁹ (<http://www.garbagenews.net/archives/2052407.html> 2019 年 6 月 17 日アクセス)

F) スマートフォンにおけるコアチップ (GPU)

「3.1.2 中国企業の技術レベルと動向」[1]まとめ」に記載した通り、基地局におけるコアチップと同様、スマートフォンにおけるコアチップにおいても、アメリカの Qualcomm の技術レベルが世界最高であるが、中国においてもファーウェイが傘下の HiSilicon にてチップを生産しており、ファーウェイによるとファーウェイ製のスマートフォンの 75% のコアチップが内製されている。一方、日本にはコアチップを生産する技術は確立されておらず、生産されていない。従って、中国の方が日本より、スマートフォンのコアチップに関わる技術レベルが高い。パソコンにおいて CPU の付加価値が高く CPU 市場をアメリカの Intel がほぼ独占したのと同様、スマートフォンにおいてもコアチップの付加価値が高くコアチップ市場を Qualcomm がほぼ独占している。Qualcomm は非常に高い技術使用料をスマートフォン製造業者に対して課しており、スマートフォン製造業者は Qualcomm からのコスト上昇圧力に苦しんでいる。日本国内の半導体製造業者は、スマートフォンのコアチップを製造しシェアを取ることが出来ると大きな利益を得られることは理解しているが、コアチップの製造は技術的に難易度が高く、かつ、最先端のコアチップを生産するためには何兆円もの巨大な資産を保有している必要がある。また、設備投資した後、製造できる（歩留まりの向上、必要数の製造）ようになるためには、一年の年月を要する。これだけの投資を行ったとしても、コアチップの分野で実際にスマートフォンの中に組み込まれる業者は数社のみ（現在は、Qualcomm と Broadcom のみ）であり、リターンが得られる保証がなく、リスクが大きい分野である。従って、コアチップの分野では日本国内の半導体製造業者にとって参入障壁が大きく参入しづらい。日本のスマートフォン製造業者も Qualcomm 製のコアチップのコストから解放されるため内製でコアチップを製造したいが、投資金額が大きくリスクも大きい事に加え、スマートフォン市場が成熟している事を考えると、投資を回収できない可能性が高く、内製の決断をしづらい。

現在、米中貿易摩擦のため、Qualcomm からファーウェイへのアメリカ製コアチップの提供を禁じているが、小米、OPPO、VIVO、ZTE に対する提供も禁じられる可能性がある。現在これらの中国製業者はコアチップを Qualcomm に依存しているが、ファーウェイ (HiSilicon) 製に切り替えられる可能性もある。

G) スマートフォンにおけるコアチップ (GPU) 以外の部品

日本のスマートフォンにおけるコアチップ以外の部品生産能力は高く、多くの部品において日本に優位性がある。スマートフォンの部品は小さい必要があり、中国からも日本の精密な生産能力が求められている。ファーウェイも 2018 年日本から半導体を 66 億米ドル調達している。

表 3.1.2 に 5G 関連部品の市場シェア順位を示す。5G においては、4G よりも高い周波数が使われ、規格も異なるため、4G 用途は異なる電子部品を開発する必要がある。「チップ積層セラミックコンデンサ」「表面波 (SAW) フィルタ」「デュプレクサ」「セラミック発振子」「EMI 除去フィルタ」「無線 LAN モジュール」「ブルートゥースモジュール」「インダクタ」などが新規に開発されるが、この全てにおいて日本の部品製造業者がシェア一位であり、中でも、村田製作所は 8 部品のうち 7 部品でシェア一位となっており、スマートフォンの半導体電子部品製造業者として存在感が非常に高い。

部品の多くは半導体であり、表中の村田製作所、TDK、太陽誘電、アルプス電気に加え、東芝のフラッシュメモリーなども強かったが、現在は、韓国のサムスン電子の方が強い。中国では、紫光展鋭と呼ばれる会社がフラッシュメモリーの製造を試している。ロームもトランジスタ、ダイオード、ディスクリットメモリ、ロジック IC などの半導体電子部品が強い。半導体は、導体と絶縁体の中間の抵抗値を持つ物体であり、IC チップを樹脂でパッケージして生産される。

表 3.1.2 5G 関連部品の市場シェア順位

	1位	2位	3位	4位
チップ積層セラミックコンデンサ	村田製作所	サムスン	太陽誘電	TDK
表面波(SAW)フィルタ	村田製作所	クアルコム		
デュプレクサ	村田製作所	アバゴ・テクノロジー		
セラミック発振子	村田製作所			
EMI除去フィルタ	村田製作所	TDK	太陽誘電	
無線LANモジュール	村田製作所	USI	TDK	
ブルートゥースモジュール	村田製作所	アルプス電気		
インダクタ	TDK	村田製作所		

出所: ビジネス+IT (<https://www.sbbt.jp/article/cont1/35727>) (2019年6月17日アクセス)

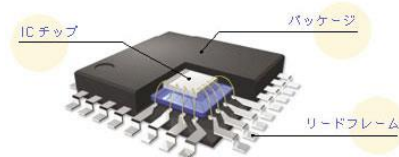
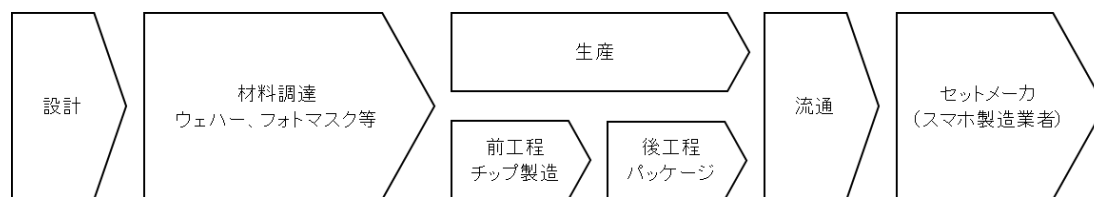


図 3.1.6 半導体

半導体のバリューチェーンは材料などを作る工程、材料の調達工程、IC チップを組み立てる工程（前工程）、チップを樹脂でパッケージして固めて半導体を完成させる工程（後工程）、半導体から携帯電話等最終製品の組み立てを行うセットメーカーに流通する工程、最終製品を組み立てる工程がある。材料としては、ウェハなどがあるが、日本の信越化学、SUMCO が世界の 60%以上のシェアを占めており⁷⁰、技術的難易度も非常に高く、日本が強い分野である。材料は、スマートフォン、基地局にも多く含まれている。半導体製造業者は材料が不足すると半導体を製造することが出来ず、サプライヤーの力が非常に強い業界である。Qualcomm 社もコアチップの製造に関して、信越化学、SUMCO が製造した材料を調達している可能性が高い。

⁷⁰ 特集: シリコンウェハ業界 (SUMCO、信越化学工業) (<https://media.rakuten-sec.net/articles/-/11157>) (2019年6月17日アクセス)



出所: ローム提供資料より調査団で作成

図 3.1.7 半導体のバリューチェーン

半導体のバリューチェーンにおいて、技術的難易度が高く付加価値の高い前工程は、中国企業による模倣によるノウハウの流出を避けるため、ローム社では日本で実施している。後工程は単純工程であり付加価値が低くなってきており、価格勝負になってきており、アウトソースする業者も多くなってきている。ロームでは工場をすでに抱えているため、後工程を自前で実施しているが、ノウハウが漏れても問題ない工程でありコスト削減を目的に中国で実施している。

導体を作った後、歩留まりを抑えること難しく、作った当初は十分な品質にならず、最終セットを製造する顧客企業への納品が遅れる事もある。その場合、顧客企業の最終セット製造が止まってしまう。歩留まりを高め、製品を安定して供給できることが、日本の半導体製造業者の中国企業に対する強みである。

半導体においては工程によって国の強みが異なり、デザインは、日本・米国が強く、製造は台湾・韓国、パッケージは台湾・中国本土が強い。

半導体自身のみでなく、半導体を作るための装置を作る事も難しい。半導体設備は日本の Advantest、東京エレクトロンなどが強い。村田製作所では模倣を防ぐため、半導体設備を内製している。

半導体以外においても日本の部品には優位性がある。スマートフォンの中で使われる電線における価値は細さ（細径）か頑丈さ（屈曲）のどちらかに付加価値を置いた商品が顧客に提供される。電線の太さについては AWG(American Wire Gauge)で表記されるが、現在スマートフォン向けでは 46 AWG、48 AWG が最も細い電線と言われている（数が小さいほど価値がある）。昔は 46 AWG は日系企業しか製造することが出来なかったが、現在は中国企業も作ることが出来るようになってきており、コストも 3~4 割日系企業より低い。中国企業との差別化が難しくなっているが、電線にはショートしないようにビニール、フッ素樹脂などの絶縁体が銅線の周りにコーティングされているが、銅線の製造技術が低いと絶縁体が均等にコーティングされず、ショートする事もある。一つの携帯に使われる電線は数 cm であるが、何千 km もの銅線が製造された状況で、均一な絶縁体コーティングは難しく、日系企業はわずかにそこで中国企業を上回っているが、中国のスマートフォンメーカーは細径では中国企業の電線を活用する事が多い。屈曲の電線は、本体の中の可動領域で何度も動かしても切れない耐性という価値を提供し、産業ロボットや折り畳み式スマホなどで使われる。日本に優位性がある。

5G になるとハイビジョンの画像転送などが行われるがカメラは日本のソニーが強い。サムスン電子も強いがソニーほどではない。ファーウェイの最新のスマートフォン P30 Pro ではカメラは最先端のものが用いられている。IMS606 の撮影モジュールはファーウェイとソニーの契約に

より、ファーウェイのみが使うことが出来る排他的な契約が結ばれており、中国企業もソニーに依存している。

ディスプレイにおいては、かつて、ソニー・東芝・日立のディスプレイ部門が統合されて誕生した日本のジャパンディスプレイ (JDI) が優れていたが、アップルの iPhone に依存したビジネスモデルであり、アップルの成長が鈍化した今、JDI は現在経営危機にある。今は韓国のサムスン電子や台湾の LG ディスプレイ、中国勢が強くなっている。ファーウェイは中国の BOE 製のディスプレイを Mate 20 Pro にて初めて導入した。ディスプレイの価値は寿命と歩留まりで決まるが、この点で、BOE の技術は日本製、韓国製よりは少し遅れている。しかしながら、ファーウェイでは、ディスプレイは 2 社から調達しており、もう一社は韓国の LG であった。ファーウェイはユーザからディスプレイが緑色になるクレームを受け取ったが、BOE 製ではなく、LG 製であった。BOE 製のディスプレイへのクレームは今のところなく、BOE が力をつけてきている事を示している。

更に京セラのセラミックス、三菱/住友の材料も強い、LCP(液晶重合物) と呼ばれる材料は住友化学のみが作る事が出来るという話が中国の投資家からあった。

H) 光ファイバー (特殊用途)

光ファイバー (特殊用途) では、アメリカ・日本の技術レベルが高く、中国においてはまだ技術が十分でない。但し、光ファイバー (汎用品) に対して光ファイバー (特殊用途) の需要が小さく、日本勢としてもこの部分のみでなく、光ファイバー (汎用品) 部分のシェアを取りたいと考えている。また、光ファイバー (特殊用途) の市場が拡大すると、研究開発能力の高い中国は力をつけてくる脅威がある。アメリカ・日本の光ファイバー (特殊用途) は、①転送スピードが速い②摩耗に強い③ロスが少ないなどの価値を生んでいる。光ファイバー (特殊用途) は下記の用途に使われている。

1. 海底の光ファイバー

海底の光ファイバーは、長距離でも信号のずれが生じない事、長期の耐性がある事、環境にダメージを与えない事の信頼性、安定性が重要である。この点で日本製は中国よりわずかに勝っている。

2. 偏波保持ファイバー

電磁波が空間を伝搬する際の電界の振動する方向を偏波と呼ぶ。光ファイバーのコアが丸くないと偏波面がずれるが、縦と横の偏波が交じり合わないようにし偏波保持特性を高めたファイバーが偏波保持ファイバーである。偏波のわずかなずれが問題となる場合の用途で使われる。偏波保持ファイバーは、価格は高いが、長さが必要とされず、量を販売する事が難しい。光ファイバーは地球上に 6 億キロあるのに対し、偏波保持ファイバーは 1 万キロ程度しか使われておらず、市場規模としては小さい。

3. ラジオオーバファイバー

ラジオオーバファイバーは、基地局のアンテナと基地局の間を光ファイバーで結び、アンテナが受信した電波をそのまま光にのせる技術であるが、この分野においても日本が強い。これにより、無線の周波数の電波をそのまま中継にのせることが出来るので、中継用に新しい周波数を割り当てなくてよいというメリットを持つ。以前は、無線部分の

容量が光ファイバーに比べてスピードが遅かったためこの技術は不要であったが、無線の容量が光に追いついてきたため、周波数の異なる電波を多重化して伝送するのに役立つ。

これらの光ファイバーは中国は生産能力が弱く、外国からの輸入に頼る必要があり、今後技術力アップが必要であるが、海底ケーブル用の光ファイバーは中国で生産が始まったという話もあった。

I) 光ファイバー（汎用品）

光ファイバー（汎用品）においては、中国が強い。光ファイバーは線の全ての場所で均一になっている必要があるが、均一性の部分で日本にほんのわずかに技術的優位性があるが、ほぼ同等の技術レベルである。一方、中国は価格競争力が非常に強く、価格面で中国が優位になっている。ヒアリングした日系企業の関係者にやると、中国企業は明らかにコスト割れするだろうという価格で光ファイバーを販売している。公開されている中国の光ファイバーNo1の企業 YOEC の財務諸表によると、営業キャッシュフロー、投資のキャッシュフローともにマイナスであり、恐らくたくさんの不良在庫が積みあがっており、安くしてでも売りさばかないといけない状況であると予想される。YOEC が赤字で光ファイバーを提供できるのは、国有企業であるためかもしれない。日本の光ファイバー製造業者は民間企業であり、利益を出さなくてはならず、国のサポートなく太刀打ちが難しい。しかしながら、世界に存在する、6億キロの光ファイバーのうち、光ファイバー（汎用品）が大半を占め、市場が大きく、日本企業としても中国企業と勝負したいところである。

このような状況であり、中国における光ファイバー（汎用品）は業界としては厳しい。かつて、中国移動は 65 人民元 core/km で光ファイバーを調達していたが現在は 31 元人民元 core/km の単価となっている。また、生産能力も過剰になっている。

もともと中国には光ファイバーの技術はなかった。フジクラが FiberHome と中国で合弁企業を立ち上げた事で FiberHome の力は強くなり、YOEC は母材の日本からプリフォームを購入したことで日本の製造技術を中国は学んだ。現在でも、日本は光ファイバーに関わる特許料を中国から得ているが、中国における光ファイバー産業はかなり成長してきており、光ファイバー（汎用品）はほぼ問題なく作ることが出来る。また、中国では模倣品が表れやすく、日本の企業のロゴを使った模倣品が出てくることもあるようである。ヒアリングした日系企業の関係者は、中国はずるいと漏らしていた。

J) 5G により進展する新たなサービス

5G が導入されると（現在はアメリカ、韓国で先行してスタートされており、これから日中含む各国でサービス開始される）、5G の特徴である①高速・大容量（最大 20Gbps）、②低遅延（1ms）、③多数端末同時接続（1km² 当たり 100 万デバイス）が実現されるようになり、これらのメリットを利用して様々な端末が接続されるようになり、新たなアプリケーションサービスが実現されるようになる。これらの 5G により進展する新たなサービスに関しても一部調査した。

日本においては、NTT ドコモ、KDDI、ソフトバンクなどの通信会社に加え、日立製作所や NEC などの SI 事業者も新たなサービスを検討している。NTT ドコモでは、パートナー企業は約 2000 社と新たなサービスの実証実験を進めている。遠隔医療、建設管理、パブリックビューイング・

サイネージが提供する 8K 画像、ロボット遠隔制御（工場で人の代わりに活用）、仮想現実、拡張現実などが実験されている。ソフトバンクもこれらの実証実験に加え、トヨタ自動車と提携し MONET という会社を作り様々な乗り物をスムーズに乗り継げることを可能にする MaaS (Mobility as a Service) を進めている。NEC や日立製作所もパートナー企業と組み、スマート工場などの IoT (Internet of Things) を進めようとしている。5G と大容量の画像は親和性が高く、高画質を利用した防犯なども進みそうである。

IoT 時代においては、多くのモノがインターネットにつながり、データをビッグデータに蓄積し、様々な分析が行われるようになる。多くのデータを所有するほどビッグデータ分析精度が増すため、5G が導入されるとデータ収集競争が加速する可能性が高い。中国のファーウェイ、アリババ、テンセントが日本からデータを欲しいと思っているという話が中国側からあった。ファーウェイはコマツなどの重機にチップを埋め込みデータ収集する事を協議していたことがあったが日本の経済産業省が計画を止めたようである。アリババやテンセントは電子決済を日本含む海外に導入する事で、決済を行った時に様々なデータも含めて収集する事を考えている。一方で、中国で日本企業が収集した通信のデータ、個人情報、地図情報(ビッグデータ)を中国外に持ち出す事は、中国政府が禁止しており、これらを日本に送信・分析する事はできない。但し、中国内でデータを分析する事は問題ない。広州では、収集したデータを広州政府に提出しなくては行けない。中国政府は外国からはデータを収集し、自国のデータの持ち出しは制限しているようである。

5G が導入されると低遅延になるため自動運転が実現されるかのように言われているが、現実的には当面難しそうである。センサーでは車の自動運転や、動いている複数の車同士が通信しぶつからないようにするなどの研究開発を行っているが、安全面で親会社のトヨタ含め自動運転には慎重であり、可能になるとしても公道ではなく敷地内等限られた場所のみでの自動運転に限定されるだろうとの話であった。自動運転では 5 段階のレベルが定義されており、現在はレベル 2 で、機械が運転を支援するが、最終的には人の介入が必要というものである。レベル 3 にあがると、一部機械が操縦の主体権を持つが、メインは人に運転を依存する。レベル 4 では機械側が運転の主体権を持つ。欧州は 2030 年までに自動運転を実現すると言っている。中国の地場メーカーはレベル 3、4 をすぐに実現すると言っている。バイドゥには、自動運転の専門部署が設置され、研究が行われている。一般的に日本は品質重視でかなり確実にものが出来ないと言われないが、中国企業は出来ていなくてもできるという傾向にあり後から徐々に完成させていく文化である。中国において、自動運転を開始した際、事故などが問題が多発する可能性は否定できない。

また、遠隔治療も 5G により進展するとよく言われているが、遠隔手術は、手術の世界ではまだ実用化は難しいだろう。遠隔手術については 20 年ほど前から実験されているが、実用化の段階には至っていない。遠隔医療が必要な場所は、医者を配置できないような過疎地になる可能性が高いが、高額な設備をそのような場所においても、使われる頻度が低く、コスト回収が難しい。また、手術をするときの安全性で課題があり難しい。遠隔の診療は可能であるが、これは 5G でなくても対応可能であろう。5G によりあらゆるサービスが進展すると言われているが、過剰に期待されている所もあり、その現実性は冷静に見極める必要がある。

中国側から、日本はロボットやスマート工場における優位性が高いという声上がり、これらの分野は 5G と共に進展する可能性が高い。日本において、ロボットの分野では産業用ロボットでは FANAC、安川電機、川崎重工、不二越、ダイハツなどが強い。日本のロボットは性能がよく

大きくコストも高いが、中国企業のロボット性能は中程度で小さめでコストが低い。ロボットの性能は、動作の精度と動きの早さという軸がある。動作の精度という点では、ロボットの手先を動かそうとした地点に対し、0.1mm 以内の誤差の場所に実際に動かせるといった精度が必要になる。精密機械の製造、機器の組み立てを行うようなロボットは精密性が求められ日本が優位であるが、精密性が求められない用途ではコストの低い中国製が使われることになりそうである。日本はロボットにおいても精密な部品を作る技術が高い。ロボットには、主要な部品が MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)、モータ、ドライバ、ベアリングなど複数存在する。ロボットの調査でヒアリングを行った某大学准教授は、以前中国企業 2 社から訪問を受け、当時の市場に出ていたロボットは 2,000 万円と高額であり、中国のコストでより安く生産したいという相談を受け断ったことがある。また、ドイツの企業で Kuka というロボットが強い企業があったが、中国企業がそれを買収し中国のロボット産業が強くなった。Kuka は大きく性能の良いロボットも作っており、大きく性能の良いロボット市場で日本と中国の競争が予想される。一方、日本の企業は安く早くロボットを作る事は得意でなく、中国が得意とする部分では競争できない。

K) 日中企業の技術レベル比較の総括

- ・日本はスマートフォンのコアチップ以外の半導体を中心とした部品、特殊用途の光ファイバーなど技術力が高く技術的難易度の高い製品を、歩留まりを良く製造できる。
- ・中国はコスト競争力を活かし、簡単な部品、汎用光ファイバー、基地局やスマートフォンの最終製品の組み立てが得意である。これらの製品の性能・品質において中国が日本を上回ることはないが、基地局の技術は中国が上回っている。
- ・基地局、スマートフォンにおけるコアチップはアメリカの Qualcomm が強いが、中国も国内生産を始め、追いつこうとしている。
- ・5G 時代には様々なものがインターネットにつながり、新たなサービスが生まれるが、ロボット、スマート工場などの分野で日本が優位性を築ける可能性がある。
- ・第三国から見た国や人に対する信頼性も日本が中国より高い。

スマートフォンの部品において高いシェアを持つ村田製作所ではスピード向上、模倣の防御に対して工夫を行っている⁷¹。まずは、スキルを持つ人材に対しては、最終セットを開発する顧客企業との面談で上がった商談を社に持ち帰ることなく、即断即決できる権限を委譲し責任を持たせている。深圳の日系企業によると、深圳の企業はスピードを重視しており、決裁権限がない人と会う事は時間の無駄と考え面会する事も難しいと言う。多くの日本企業は面談の後商談を自社に持ち帰るが、このスピード感では深圳の企業には相手にされず、商機を逃すこともあるようである。また、村田製作所では電子部品の中でも模倣がしにくい部品を商品化している。更に、製品を作る製造装置も含めて自社開発し、他の製造業者が製造装置を購入し模倣する事を防いでいる。さらに製造装置の使い方（焼き付ける温度等）のノウハウを作業員に持たせることにより、村田製作所のノウハウを製造装置と作業員に分散し、どちらかが漏れても製品を模倣できない工夫をしている。当然ながら、外部の人間による工場の見学は多くの場合認められない。村田製作

⁷¹ 日経ビジネス 2019.06.03 No. 1993

所の対策は一例であるが、中国との競争が激化している今、日本企業が競争力を持つためには、スピード向上、模倣を防ぐための工夫が求められる。

2) 日中企業の競合・協働の可能性

各分野の日中企業の競合・協働の可能性を下記にまとめる。

A) 通信会社

日本と中国ではそれぞれの国の通信会社が通信サービスを提供しており、協働も競合もない。

B) 基地局

「1) 日中企業の技術レベルの比較」に記載した通り、海外市場においては、ファーウェイ、エリクソン、ノキア、ZTE が強く、現時点では日本が入り込む余地はない。日本国内市場においては、現在、日本の NEC・富士通が NTT ドコモとビジネスを行っているが、中国のファーウェイ・ZTE はじめ、外国企業と競争になる可能性がある。但し、現在、米中貿易摩擦でアメリカのトランプ大統領がファーウェイ製品を導入しないように日本を含む同盟国に呼びかけており、ファーウェイを導入しているソフトバンクもファーウェイ製品を他製品へ置き換えするかどうかを検討している状況であり、すぐに日本国内で中国製の基地局が広まる事は考えづらい。

C) 基地局におけるコアチップ(CPU)

「1) 日中企業の技術レベルの比較」に記載した通り、日本はこの分野に関わっておらず、日中で競合も協働もない。技術的に難易度が高い分野であり、日本がこの分野で今から技術力をつけるのは現実的でない。米中貿易摩擦で、アメリカの Qualcomm がファーウェイへのコアチップ供給を止めようとしている影響で、中国はコアチップ内製化を進めようとしている。従って、アメリカと中国間の競争が進むと思われる。

D) 基地局におけるコアチップ(CPU)以外の部品

「1) 日中企業の技術レベルの比較」に記載した通り、中国は基地局において自前で部品を作っており、さらに、米中貿易摩擦の影響で内製化をさらに進めている。また、詳細は確認できなかったが、部品技術の強い日本も国内で内製していると考えられ、協働も競争もないと考えられる。但し、中国は全般に技術力が上がってきており、コストも安いいため、日本国内の基地局における部品について、中国にシェアを取られないようにする必要がある。

E) スマートフォン

「1) 日中企業の技術レベルの比較」に記載した通り、日本のスマートフォン製造業者にとっては、非常に厳しい状況下で、海外市場からはほぼ撤退という状況にあり、海外市場で中国企業と競合する事はなさそうである。日本国内においては、シャープ、ソニー、京セラがビジネスを展開しているが、コモディティ化が進んでおり、安価な中国製スマートフォンは競合であり、大きな脅威である。日本国内での日本のスマートフォンのシェアを守るためには、高コストに見合う顧客が求める機能・品質が重要であり、アイデアが必要である。日本企業への調査の中で、5G になると高速大容量を実現する電波が基地局から発信されるが、端末側でそれを掴むための工夫

が求められるとの事であった。日本企業の技術力を活かし、顧客に対して訴求力のある機能の開発が望まれる。

F) スマートフォンにおけるコアチップ(CPU)

「1) 日中企業の技術レベルの比較」に記載した通り、日本はこの分野に関わっておらず、日中で競合も協働もない。技術的に難易度が高く、マーケットも縮小していく分野であり、日本がこの分野で今から技術力をつけるのは現実的でない。米中貿易摩擦で、アメリカの Qualcomm がファーウェイへのコアチップ供給を止めようとしている影響で、中国はコアチップ内製化を進めようとしている。従って、アメリカと中国間の競争が進むと思われる。日本のスマートフォン製造業者が、Qualcomm のコアチップのコストを避けるため、ファーウェイ製のコアチップを使用する協働はあるかもしれないが、日本の業界関係者によるとファーウェイは自社スマートフォンの競争優位性を担保するために他スマートフォン時製造業者には販売しないのではと推測していた。

G) スマートフォンにおけるコアチップ(CPU)以外の部品

現状では、スマートフォンに搭載する繊細な部品では日本の技術が優れており、これらを中国のスマートフォン製造業者に供給するという協働がなされている。しかしながら、中国も部品開発の技術が上がってくると競合になる可能性がある。中国は技術を模倣する事に優れているため、日本は現在の技術優位性が漏れないよう細心を払う必要がある。

H) 光ファイバー（特殊用途）

現状は日本が優位であるが、中国企業が技術力を増してくると特殊用途でも競合する可能性が高い。

I) 光ファイバー（汎用品）

元々日本の会社が得意としていたが、中国が力をつけてきており、現在激しく競合している。汎用品の市場は大きく日本企業としては取りたいところだが、中国の低価格戦略で厳しい戦いとなっている。

3) 発展途上国インフラ整備を進める上での日中協働の可能性

ヒアリングにおいてあがった日中協働の可能性について列挙する。まずは、日中双方から挙げられた意見を示す。

- ・日本が製造した精密な部品を使って中国がスマートフォンを組み立て第三国へ導入する協力が望ましい。これは現在も実施されている。

一方、中国から今後進めたい日中協働の案として下記があがった。

- ・日本は中国に比べ外国からの信用力が高いので、ODA において、日本が現地途上国政府と契約を結び、日本・中国の強い製品を使って 5G ネットワークを整備する。但し、中国製品が情報盗聴している不安を根本的に解決していない事、どのように ODA スキームで実現するかという課題を検討する必要がある。

- ・アメリカを支持しているヨーロッパなどの国をターゲットに中国がビジネス展開する際に信用度が薄い。日本は信用が高いので、日本中国共同で製品を作り、中国が開発した製品を日本がこのような国に導入するサポートを行えば、中国にとっては利がある

- ・一带一路沿線国は貧しくインフラ整備が立ち遅れているが、市場ニーズ、建設ニーズも高い。多額の投資が必要になり、日本にも一带一路への投資を支援してほしい。通信における規模の大きいプロジェクト、例えば、光ケーブル敷設、基地局設置、設備調達などは、より大きな資金が必要にある。これらの国に対して日中で資金協力、日中協働応札などの考えがある。

現在進められている第三国での日中協働として下記があがった。

- ・一带一路の沿線国であるベトナムホーチミンや、タイなどに中国が工業団地を建設したが、ここには日本企業が進出している。

第三国展開ではないが、日中協力の一例として中国側から下記が挙がった。

- ・大学間の交流促進が望ましい。日本は、材料や半導体の教育が優れているので、中国の学生を送り込み、日本の学生と同じレベルになってから帰国させるプログラムがあるといい。一方、日本の学生が深圳の優れた IT 企業でインターンシップなど仕事の機会を提供すると日本にとってもメリットがある。

- ・ビッグデータ解析などソフトの部分ではファーウェイ等、中国が強い。中国は世界中から情報を集めて、所有する情報量で世界に対して優位に立とうとしているため、日本からデータが欲しい。こちらは日本側のメリットが考えられない。

3.1.4 中国企業における他の先進的事例

中国においては、インターネットの規制を強化しており、金盾(きんじゅん)やグレート・ファイアウォールと呼ばれるシステムが導入され、様々なサイトへのアクセスがブロックされている。これは、共産党一党独裁の政権を維持するために、インターネット上の言論の自由や、海外からの不都合な情報の流入を防ごうとしているためと言われている。グレート・ファイアウォールで主にアクセスを禁じているサイトは、Google、Facebook、Amazon、Twitter など世界的に影響のあるアメリカのサイトに加え、日本のLineも禁じられている。これらの規制のため、中国国内では、独自のICT企業が生まれサービスを展開しており、政府の助成金と13億人の中国国内の市場をエンジンに、中国国内でガラパゴス化した影響力を高めている。特にバイドゥ、アリババ、テンセントの三社はBATと呼ばれ、中国において存在感が高い。バイドゥはGoogleと類似した検索サービスを提供している。Googleマップのような地図や、翻訳サービスも実施している。アリババはAmazonのようなECサイト(C to Cの淘宝、B to Cの天猫(Tmall)、C to C中古販売の閑魚)を展開しているが、アリペイと呼ばれるモバイル決済も提供している。テンセントは微信(WeChat)と呼ばれるSNSを提供しており、中国において仕事やプライベートにおけるやり取りは現在ほぼWeChatで行われる。WeChatは電子決済も可能であり、多くのレストランにおいて、QRコードを用いてWeChat上にメニューを表示しWeChat上で食べ物をオーダーし支払を完了する事がかなり浸透している。また、配車アプリや、自転車シェアなどのアプリも中国では充実しており、日本人が中国を訪問すると、スマートフォンの活用が日本よりはるかに浸透している事に驚く。

ビジネスにおいても、ICTの活用が広まっている。例えば、ECサイト大手の京東においては、無人配送、ドローンの活用を進めている。無人配送においては、大学のキャンパスの中など限られた場所で無人で車が物を配送している。ドローンにおいては5tまで運ぶことができる大きなドローンと小さなドローンがあり、大きなドローンにおいては、配達ステーションまでの物流を行い、ラスト1マイルは配達車か小さなドローンを使って配送する。大きなドローンを使用するためには、空路の使用許可を取得する事が必要で、現在許可が取れているのは、江蘇省、陝西省のみであり、実験段階である。小さなドローンでは、消費者宅にまで商品を届けるため、消費者が商品をドローンから取り出す必要がある。消費者が商品を取り出した後、ドローンのボタンを押すと、ドローンは出発地点まで自動的に飛んで戻る。ドローンを使用する時には、飛ばす前に到着先の情報を入力する。飛行中はその情報をもとに自動運転され、障害物も自動的によけるようになっており、運転制御は必要ない。現在、ネットワークを通じてドローンからドローンの制御元に送信される情報は、現在どこを飛んでいるか、目的にきちんと物を配送したかという軽い情報のみである。従って、現在の4Gの通信網でも十分耐えられる。しかしながら、5G時代になるとネットワークが大容量となるため、その他の画像情報等も収集できるドローンを進化させられる可能性があるが、具体的には今後の検討である。

3.2 先進軌道交通設備（高速鉄道、地下鉄を含む都市軌道交通設備等）

3.2.1 関連政策の概要と進捗

1) 当該分野のイノベーションに関連する政策の概要

先進軌道交通設備分野は、「中国製造 2025」に指定された 10 の重点発展分野の一つである。この分野の発展を推進するため、従来から中国中央政府は様々な推進政策を策定、公表している。以下に時系列で関連産業政策及び概要をまとめた。

表 3.2.1 先進軌道交通設備分野に関する主要推進政策一覧

NO.	政策公文書名	策定期期及び部署	キーポイント
1	装備製造業の振興を加速させるための意見	2006 年、国務院	高速鉄道、都市軌道交通インフラプロジェクトの建設により、先進技術を導入吸収すると同時に、自主的なイノベーションも行き、コア設備の製造技術をマスターする。
2	総合的な交通ネットワークに関する中長期発展計画（2007）	2007 年、国家発展改革委員会	国全体の発展戦略に合わせて、鉄道、道路、水路、空路などの交通輸送手段をすべてカバーする総合的な交通ネットワークの建設計画を策定し、中長期的に全国的な総合的な交通中枢を重点的に建設する。
3	装備製造業に関する調整と振興計画	2009 年、国務院	都市軌道交通は重点的に推進する 10 分野の一つとして、今後、都市軌道交通車両や、信号システム、ブレーキシステム、制御システム及びインバータなどの機電設備の自主開発と製造を重点的に実施する。
4	都市軌道交通関連設備製造業の健全な発展の一層の促進に関する意見	2010 年、国家発展改革委員会	自主開発技術及び導入済み海外技術の再イノベーションにより製造した製品設備は都市軌道交通設備の主流製品になること、コア設備部品の技術が世界先進レベルに近づく、もしくは先進レベルに到達すること。
5	機械の基礎部品産業に関する振興実施方案	2010 年、工業信息化部	3 年かけて、中国の機械用基礎部品の製造レベルを向上させ、自主イノベーション能力を大幅に強化し、基礎部品産業の発展の遅れを改善する。
6	戦略的新興産業の育成と発展を加速させるための決定	2011 年、国務院	高速鉄道、都市軌道交通インフラ重点プロジェクトの建設を通じて、軌道交通設備産業の発展を積極的に推進する。
7	鉄道主要技術政策 2013	2012 年、鉄道部	中国鉄道の特徴に合う技術体系を構築し、安全、高効率、省エネ、環境にやさしい、高度な情報化を実現した近代化鉄道を建設する。
8	産業構造調整に関する指導目録(2011 年版) の修正 (2013 年)	2013 年、国家発展改革委員会	都市軌道交通システムの減振、騒音防止技術や、車両、台車などのコア部品の軽量化技術の応用に注力する。
9	総合交通中枢の発展促進に関する指導意見	2013 年、国家発展改革委員会	総合的な交通中枢の建設を推進し、各種輸送方式の一元化発展を実現する。
10	都市快速軌道交通システムの建設管理の強化に関する通達	2015 年、国家発展改革委員会	モノレール、路面電車などの都市軌道交通システムの建設を奨励する。

11	中長期鉄道網計画（2016年調整版）	2015年、国家発展改革委員会、交通運輸部、鐵路総公司	2020年まで、3万kmの高速鉄道を含め、鉄道総延長は15万kmに達する。2025年まで、高速鉄道の総延長は3.8万kmに達し、鉄道総延長は17.5万kmに達する。2030年まで、すべての省政府所在都市は高速鉄道で連結すること、すべての地域レベル都市は快速鉄道で連結すること、県レベル都市は基本的に鉄道で連結することを實現する。
12	「中国製造 2025」の公布に関する国務院の通達	2015年、国務院	新材料・新技術・新工程の応用を加速し、体系的な安全保障や省エネ・環境保護、デジタル化・インテリジェント化・ネットワーク化技術のブレークスルーを實現し、信頼性と実用性の高い先進製品と軽量化・モジュール化・系統化製品を開発する。環境保護・知能化・高速・重量運搬などの特長を持つ次世代軌道交通設備システムを研究開発し、システムの全ライフサイクルにわたる総合的なソリューションを顧客に提供し、世界をリードする近代軌道交通産業体系を打ち立てる。
13	交通インフラ重大プロジェクトに関する三年行動計画	2016年、国家発展改革委員会、交通運輸部	2016年から2018年の間に、鉄道、都市軌道交通インフラプロジェクトを含め、303の交通インフラプロジェクトの建設を推進し、総投資額は4.7兆人民元となる。

出所：各種政策公文書より調査団整理作成

上記の推進政策から、まず、中国の軌道交通分野の巨大な市場規模を把握できる。11番目の「中長期的な鉄道網計画」によると、2016年～2020年の間、1.1万kmの高速鉄道を新規に建設し、全国の高速鉄道の総延長は3万km近くに達する。また、一般鉄道を2.9万km新規に整備することにより全国の鉄道総延長は15万kmとなり、5年間の総投資規模は3.5兆元～3.8兆元に達すると計画されている。また、2030年までに、すべての省政府所在都市を高速鉄道で連結すること、すべての地域レベル都市を快速鉄道で連結すること、県レベル都市は基本的に鉄道で連結すること——を實現するとの全体目標を明示したことにより、中国の軌道交通分野は今後も10年以上の高度成長期が続くと予測できる。

また、「中国製造 2025」から、軌道交通分野設備の今後の発展方向を読み取れる。具体的には、「核心となる基礎部品」、「先進的な基礎工程」、「コア基礎材料」及び「産業技術の基礎」などで構成される各産業基礎能力の強化に注力し、2020年までに核心基礎部品とコア基礎材料の40%の自給率を實現し、他国の制限を受けていた局面を緩和する。軌道交通設備を含む重要産業ですぐに必要となる核心基礎部品とコア基礎材料の先進製造工程の普及・応用を實現する。2025年までに、核心基礎部品とコア基礎材料の70%の自給、ならびに80種の特定の先進工程の普及・応用を實現し、一部では世界トップレベルに達し、産業技術向けの整備された基礎的サービスシステムを構築し、完成品による牽引と基礎部品を支えとして、協調的な産業発展の局面を形成する。

軌道交通設備産業に着目すると、同分野の技術発展戦略のコンセプトを高速、大量運送からグリーン、スマートに転換し、デジタル化、情報化技術プラットフォームを用いて、新材料、新技術及び新プロセスを応用する、知的財産権を持つ先進的かつ省エネ、環境にやさしい軌道交通設備及び技術を継続的に開発するとの方針が示されている。

2) 進捗状況と成果

「3.2.2 中国企業の技術レベルと動向」に示した通り、中国においては軌道交通設備技術が急速に進展している。

中国の軌道交通設備業界は 2015 年に策定された「中国製造 2025」及び「中国製造 2025 重点分野技術ロードマップ」に従い、中国政府の支援の下、重点開発製品、重点開発コア部品及び関連軌道交通技術の研究開発及び開発成果の実用化を着実に実施してきた。

特に時速 400km 以上の高速客車の開発プロジェクト、新エネルギー都市軌道交通システム及び列車運行制御システム開発プロジェクトなどは、いずれも将来、海外市場への輸出を狙って開発が進められており、一定の成果が得られた。また、各コア部品の開発も、計画通り順調に開発成果を取得しつつある。

3) 今後の方向性と課題

米中貿易摩擦がますます激しさを増すなかで、中国政府は公式には「中国製造 2025」及び関連技術ロードマップに言及しなくなったが、実際には、従来策定したこれらの政策に従い、研究開発及び産業化を着実に進めている。また、米中貿易摩擦のような他の先進国との間の類似問題の発生リスクを警戒している。

軌道交通設備産業としては、海外市場への進出の課題として、ボトルネックになる技術の開発、世界規格策定への参入、自主ブランドの確立及び輸入品の国産代替品の開発などに一層注力するようになった。

3.2.2 中国企業の技術レベルと動向

1) まとめ

中国国務院は 2015 年 5 月 19 日、中国の製造業強国戦略を実施するための 10 年計画「中国製造 2025」を公表した。この計画は、国務院の指導のもと、工業信息化部が、国家発展改革委員会や科技部、財政部等 22 の部門と共同で策定したものである。同計画は、習近平政権が掲げる産業政策として、イノベーションの促進や基礎工業の強化等のキーポイントのほか、先進軌道交通設備を含め 10 の重点分野に対して、産業構造のグレードアップ、品質・効率向上の戦略と政策措置を提案している。

「中国製造 2025」に従い、国務院の指導のもと、関連部門は「中国製造 2025 重点分野技術ロードマップ」を策定公表し、2017 年には改定版も公表された。

本調査はこの 2017 年改定版に示した先進軌道交通設備分野の重点開発製品及び重点開発コア部品に注目し、日本国内及び中国現地でのヒアリング調査を含め、中国企業の技術レベルと動向を調べた。その調査結果を表 3.2.2～表 3.2.3 に示す。

表 3.2.2 主な重点開発製品の中国企業の技術レベル状況

項目	概要	開発現状	参考
時速 400km 以上の高速客車	時速 400km 以上の高速客車に関するコア技術及び国境を跨ってインターオペラビリティを持つ運行可能な応用技術を研究開発し、関連技術及び製品の基準体系を確立する。	時速 400km の高速客車の開発はほぼ最終段階に入り、2019 年末に実際営業運行可能な実車が完成する予定。設計時速は 400km、テスト時速は 440km に達する。 中国中車の長春軌道客車公司、青島四方公司及び唐山機関車公司が同開発プロジェクトに参加。将来、長春社製車両は中ロ国際鉄道、四方社製車両は東南アジアと結ぶ国際高速鉄道、唐山社製車両は欧州と結ぶ高速鉄道への運用を念頭に開発を進めている。	日本： 東北新幹線 最高時速 320km 東海道新幹線 最高時速 300km
自動運転都市軌道交通システム	仮想レールにより自動運転する、新型地面無障害乗降型都市軌道交通システムのコア技術を研究開発し、関連技術規範を確立し、自動運転装置を開発生産する。	自動運転地下鉄 応用済み 2017 年 12 月 北京市地下鉄燕房線 営業運転中 車両及び自動運転技術はすべて中国自主品牌 出庫、運転、入庫、洗車はすべて自動制御 車両は中国中車青島四方社が製造 無人運転の路面電車 (LRT) 開発済み、2017 年 7 月 ロールアウト 中国中車青島四方社が開発 世界初、時速 70km で営業運転可能 第 3 世代 100% 低床モダントラムを採用 ART (Autonomous Rail Rapid Transit)、応用済み 2018 年 中国中車株洲研究所が開発 中国湖南省株洲市内、仮想レールを沿って自動走行する	日本： 案内軌条システム (AGT) 実用済み LRT 未着手 モノレール 未着手 (注：技術的に実用可能だが、地下路線部分の有事時の安全性を考慮して有人運転となっている)
中速/高速リニアモーターカー	高速リニアモーターカーシステムの自主ブランド化を実現し、世界トップレベルの関連技術基準規範を確立し、実用化を実現する。設計時速目標は 600km 以上、省エネ 30% 以上、車両軽量化 5% 以上 (対ドイツ技術)	開発中 時速 600km の高速リニアモーターカー試作車両を開発済み、2019 年 5 月 省エネ 35%、車両軽量化 6% を実現 5 両編成デモ用車両は 2020 年までに製造し、テスト運転を行う予定。	日本：山梨 42.8km のテスト用線路を建設済み デモ用車両の最高時速は 603km を実現
新エネルギー都市軌道交通システム	新エネルギーまたはエネルギー貯蔵技術、非接触給電技術に関する研究を展開し、複数給電方式を適用する、安全、高効率且つ経済性に優れたハイブリッド蓄電池電車を開発製造する。	テスト運転中 2017 年 7 月 時速 160km、非電化路線では蓄電池モードで最長 200km 走行できる。 中国中車長春軌道客車公司が自主ブランドで開発製造	日本： JR 東日本 20.4km のローカル線で営業運転中 時速もローカル線速度 その他複数のローカル線の営業運転事例がある。

列車運行 制御シス テム	高速鉄道用列車自動運転及び制御システム (CTCS3+ATO) の開発を行い、関連設備の開発及び試運転を行う。 時速 400km の高速列車の運行制御システムの技術及び関連設備の開発を行う。 自主ブランドの自動運転都市軌道交通 CBTC システム (無線列車制御システム) を開発し、関連基準規範体系を構築する。 そのほか、路面電車のスマート制御システム、高速リニアモーターカーの制御システムの研究開発を行う。	高速鉄道用列車自動運転及び制御システム 開発済み 2018 年 4 月 テスト運転 (北京-瀋陽路線) 実施済み 2018 年 9 月 北京-張家港線で実用化する予定 (時速 350km 自動運転、世界初) 自主ブランドの自動運転都市軌道交通 CBTC システム (無線列車制御システム) 開発済み
--------------------	--	--

出所：「中国製造 2025 重点分野技術ロードマップ」(2017 版) に基づき調査団整理作成

A) 時速 400km 以上の高速客車

中国は時速 400km 以上の高速客車の開発を重点開発製品の目玉プロジェクトとして推進してきた。2019 年 1 月に連結台車関連技術の開発を完了し、2019 年内に実際運行する車両を完成させると発表した。新たに開発した車両は営業時速が世界最速の 400km で、試験時には時速 440km での走行が可能だと言う。また、1435mm と 1520mm のゲージに対応するフリーゲージ・トレインで、複数の電力供給と信号方式にも対応する。今回発表した車両は中国中車の長春軌道客車公司が中心に開発した。将来的に、この最新車両は中国とロシアを結ぶ国際高速鉄道に運用される予定である。そのためにロシアの鉄道レールにも対応できるフリーゲージ・トレインを採用した。なお、中国中車青島四方公司及び唐山機関車公司も同開発プロジェクトに参加している。将来、四方社製車両は東南アジアとつなぐ国際高速鉄道、唐山社製車両は欧州とつなぐ高速鉄道への運用を念頭に開発を進めている。

参考として、日本の場合、現在東北新幹線の最高時速は 320km、東海道新幹線の最高時速は 300km である。

B) 自動運転都市軌道交通システム

鉄道の自動運転技術は自動車より進んでいるが、中国でも同じである。2017 年 12 月に開通した北京市地下鉄燕房線は中国初の自動運転軌道交通路線であり、総延長約 16.6km、4 両編成で、最大約 1200 人を輸送できる。採用車両は中国中車青島四方社が製造したもので、自動運転技術も中国の自主開発技術である。出庫、運転、入庫、洗車をすべて自動制御することで、人的ミスによる安全リスクが軽減される。

また、中国中車青島四方社が開発製造した無人運転可能な路面電車も 2017 年 7 月に完成し、広東省の佛山市南海区と広州市を結ぶ総延長 13.1km の佛山南海新交通路線に採用され、2019 年内に営業運転を開始する。この路面電車車両は 3 両編成で、第 3 世代 100% 低床モダントラムを採用し、最大 380 人の輸送が可能である。車両には自動運転技術以外、四方社が開発した永久磁石同期電動機を搭載し、省エネ、低騒音を実現した。路面電車として世界初で最高時速 70km の営業運転ができる。

一方、中国中車株洲電力機車研究所はレールを使わず道路の上を自動運行する ART (Autonomous Rail Rapid Transit) を開発し、中国湖南省株洲市内の 6.1km のテスト用路線に採用された。ART は 3 両編成で、最大 300 人を輸送でき、最高時速は 70km で仮想レールに沿って自動走行できる。レールがないため、建設コストはレールがある場合の都市軌道交通路線の 1/5 になる。ART は省エネで環境に優しく、交通輸送量も比較的大きい。新エネルギーを利用するため、環境汚染のもとになる排気ガスを排出しない。10 分間の充電で、25km 走行が可能である。すでに、中国国内の 30 以上の都市から問い合わせがあったという。ちなみに株洲 ART モデル路線の設計は武漢市にある中鉄第四勘察設計院が担当した。

参考として、日本の場合、案内軌条システム (AGT) を中心に自動運転が行われており、現在、東京のゆりかもめや大阪の南港ポートタウン線で営業運転している。鉄道や路面電車などに関しては実用可能な技術をすでに有しているが、地下部分路線の有事の際の安全性を考慮して現時点は有人運転方式を採用している。



出所：<http://smart.huanqiu.com/original/2017-10/11335783.html>

図 3.2.1 中国湖南省株洲市での ART 試運転の様子 (2017 年)

C) 中速/高速リニアモーターカー

2019年5月、中国中車青島四方社は開発中の時速600kmの高速リニアモーターカー試作車両をラインオフした。この試作車では、ドイツの技術と比べ、省エネ35%、車両軽量化6%を実現したと言う。青島四方社は高速リニア事業の一環として高速リニア実験センターと高速リニア試作センターの建設を進めており、2019年下半期の運用開始を予定している。また、5両編成の時速600kmの高速リニアのエンジニアリングプロトタイプ（EP）の開発も順調に進められている。計画によると、時速600kmの高速リニアEPは2020年にラインオフし、2021年には実験用線路でシステムの総合テストを行う予定。

参考として、日本の場合、山梨県内で42.8kmのテスト用線路を建設済み、また、2015年に試験車両のテスト運行で最高時速603kmの世界最速を実現した。



出所：<http://sd.people.com.cn/n2/2019/0713/c386910-33140258.html>

図 3.2.2 青島軌道産業モデル園區で展示している時速600kmの高速リニアモーターカー試作車

D) 新エネルギー都市軌道交通システム

2017年7月、中国中車長春客車会社が自主開発製造した「蓄電池電車」のテスト運行が内モンゴルで行われた。車両は高速鉄道用CRH6をベースに開発されたもので、最高時速160km、非電化路線では蓄電池モードで最長200km走行できる。大都市の近郊区間を結ぶだけでなく、極寒の地や砂漠のような場所でも運用可能など、極めて高い性能を持つと言う。将来的に、「一帯一路」沿線国家の電力事情があまりよくない国々への輸出を念頭に、自然環境の厳しい内モンゴルの大草原を選定してテスト運行を行った。

参考として、JR東日本は東北本線の宇都宮線と烏山線で総延長20.4kmのローカル線で直流用蓄電池を搭載する「ACCUM」と称する蓄電池電車を営業運転中である。ローカル線のため、最高

時速は 65km である。充電は停車する途中駅で行う。そのほかにも複数のローカル線の営業運転事例がある。ただし、路線総延長や運行時速などはいずれも JR 東日本の事例と類似している。

E) 列車運行制御システム

中国鉄道通信信号集团公司は 2018 年 4 月、海外技術を参考に自主的に研究開発を行い、既存の時速 350km の列車運行制御システム (CTCS-3) をベースに、列車自動運転機能 (ATO) を加えた、世界初の時速 350km の列車自動運転及び制御システム (CTCS3+ATO) を開発した。同 9 月に北京－瀋陽の高速鉄道でテスト運転を行った。それと同時に中国列車運行制御技術規格 (CTCS) を策定し、高速鉄道用列車運行制御システム及び関連設備の国産化を実現した。今後、北京－張家港高速鉄道路線で実際搭載営業運行する予定である。



出所：中国鉄道通信信号集团公司

図 3.2.3 高速列車自動運転及び制御システム (CTCS3+ATO) のテスト運行

F) 自動運転都市軌道交通 CBTC システム (無線列車制御システム)

中国都市軌道交通協会によると、中国はすでに自主ブランドの自動運転都市軌道交通 CBTC システム (無線列車制御システム) を開発し、関連規格規範体系も構築済み。現在、中国では、北京、天津、瀋陽、上海及び広州などの複数の地下鉄路線に CBTC システムが導入されており、移動閉塞方式による高密度運転が可能となった。

列車制御方式としては固定閉塞方式と移動閉塞方式がある。前者は軌道を一定距離ごとに区切って列車のオンライン検知を行い、一つの閉塞内に 1 列車のみ進入を許可することで、列車間の間隔を確保している。一方、後者は列車が無線を使って送信している位置情報をもとに、地上装置が各列車間の安全な距離を常に計算して間隔を制御するため、閉塞に依存しない高密度な運転が可能になる。

中国都市軌道交通協会によると、中国の既存地下鉄路線では、通勤時間帯の発車間隔は平均で 265 秒である。最短発車間隔は 120 秒以内の路線は 10 路線あり、このうち、上海地下鉄 9 号線の最短発車間隔は 115 秒であり、全国一である。広州地下鉄 3 号線の最短発車間隔は 118 秒であ

り、上海に次いで2番目である。中国全土では、約1/3に当たる49路線の最短発車間隔が180秒以内である。

参考として、日本の場合、東京メトロは2022年度末に丸ノ内線で日本初のCBTCシステムを導入する予定。

表 3.2.3 主な重点開発コア部品の中国企業の技術レベル状況

項目	概要	技術レベル現状
超大型、高性能歯車及び駆動装置	高性能の歯車及び駆動装置の設計及び製造、軽量化開発、模擬試験、歯車熱処理、合金箱の鋳造などの核心技術を把握し、異なる車両用歯車及び駆動装置のシリーズ化を図る	高性能の国産品の開発が完成済み。高速鉄道用歯車及び関連装置の約8割は国産品で、最新の「復興号」高速鉄道車両にも大規模に採用された。ただ、残りの一部は依然欧米、日本から輸入している。
動力型スーパーコンデンサ及び蓄電池	大容量、高密度、長寿命、メンテナンスフリーのスーパーコンデンサ及び動力蓄電池技術の開発と製品化を行う。	国産化されつつあるが、素材の一部は日本から輸入している。
センサ類	センサ類の自己診断、微型化及び集積化に関するコア技術を開発し、多機能の集積型センサを開発する。	欧米、日本の大手メーカー製品を輸入しているが、国産品→現地合資企業製品→輸入品という優先順位で代替を進めている。
ICデバイス、チップ	IGBTや、MOSFETなどICチップの技術的な課題をクリアし、国産ICチップの生産と応用を推進すると同時に、SiC、GaNなどの材質の次世代ICチップの研究開発と実用化を推進する。	国産IGBTの開発と実用化が完了し、輸入品の代替を実現した。また、一部の国産製品は海外にも輸出している。ただ、製品により、海外輸入製品も多く採用している。
永久磁石同期電動機	低騒音、高効率な永久磁石同期電動機を研究開発する。	開発済み、無人運転路面電車に採用済み
列車ブレーキシステム	世界トップレベルの次世代の交流駆動機関車、高速列車のブレーキシシステムを研究開発する。	欧米、日本の大手メーカー製品を輸入しているが、国産品→現地合資企業製品→輸入品という優先順位で代替を進めている。 ただ、時速300km以上の高速鉄道に関しては、安全性を確保するため、まだ輸入品を多く採用している。
高速ベアリング	時速350km以上の車両に適用し、使用寿命は200万km以上の世界トップレベルの高速ベアリングを研究開発する。	上記同様
受電装置	高伝導率電線の素材と低損失牽引変圧器を開発し、牽引給電システムの省エネを図る。	国産品による代替が進んでいる。

出所：「中国製造2025重点分野技術ロードマップ」（2017版）に基づき調査団整理作成

日本の専門家によると、中国の軌道交通分野においては、電気部品、ブレーキ、ベアリングなどコア部品は国産部品を採用する路線も多くあるが、高速鉄道の場合、トラブルを避けるため、基本的に日本製部品を採用するなど、棲み分けしている。例えば、都市軌道交通路線の場合、最高時速は160km以下になるため、中国製製品を採用するケースが多い。一方、最高時速が300kmに達する高速鉄道の場合、純日本製部品を採用するケースが多いという。日本側の統

計では、2017年度、中国は日本から4億5840万ドル（約500億円）の鉄道コア部品を輸入した⁷²。

しかし、表3.2.3に示した今回の調査結果では、中国は輸入品の国産代替品の開発に注力し、すでに多くのコア部品の国産化を実現した。例えば、従来は欧米や日本からの輸入品が多数採用されていた高速鉄道用歯車及び関連装置の約8割はすでに国産品に代替された。スーパーコンデンサ及び動力蓄電池技術の開発も大きく進展し、製品化された。性能及び品質に関しては、輸入品並みもしくはこれを凌駕している。ただし、素材に関してはまだ日本から輸入している。また、製造の歩留まりが悪く、日本企業の生産管理、および品質管理のノウハウを必要としている。

センサ類は、従来日本の大手企業から輸入していたが、コストが高く、調達周期が長いという欠点があることに加えて、最新モデルを入手できないもしくは入手できても価格が高く、コストパフォーマンスが悪いなどの理由から、中国現地合資企業製品に差し替えるか、自力で代替品を開発生産するとの流れになりつつある。

ICデバイス、チップに関しては、国産IGBTの開発と実用化がすでに完了し、輸入品の代替を実現した。また、一部の国産製品は海外にも輸出している。ただ、製品により、海外輸入製品も多く採用している。

低騒音、高効率な永久磁石同期電動機の研究開発も中国中車青島四方社の主導で進んでおり、一部製品はすでに開発が完了し、無人運転の路面電車路線に採用され、実用化のめどが立った。

列車ブレーキシステムや高速ベアリングなどのコア製品は、前述したように欧米や日本の大手メーカー製品を輸入しているが、国産品→現地合資企業製品→輸入品という優先順位で代替を進めている。ただし、時速300km以上の高速鉄道に関しては、安全性を確保するため、まだ輸入品を多く採用している。

受電装置も、国産品による代替が進んでいる。

このように、従来輸入に頼っていたコア部品の国産化が急速に進んでいる。また、米中貿易摩擦の顕在化以来、業界が異なるものの、ZTEやファーウェイの前例を踏まえ、中国軌道交通関連企業はかなり危機感を感じており、開発計画を見直したり、人材、資金を投入したりして自主ブランド製品の開発と実用化を一層推進しているようである。

2) 代表的中国企業の事例

本調査で調査した中国協会・機関及び企業の事例を下記に示す。

A) 中国都市軌道交通協会

中国都市軌道交通協会は2011年に設立された国家一級協会であり、現在は国家発展改革委員会の傘下組織である。会員数は700あまりある。同協会は都市軌道交通業界の産業統計、基準制

⁷² <https://toyokeizai.net/articles/-/237684?page=3>

定及び人材育成を中心に事業を行っている。協会の常勤スタッフは約 30 人、兼職の専門委員を含めた合計スタッフは約 150 人程度。

同協会の都市軌道交通 2018 年度統計によると、2018 年末までに、中国大陸地区（以下同様）に位置する 35 の都市において、合計 185 路線の都市軌道交通路線が開通・運営されている。路線総延長は 5761.4km に達した。このうち、地下鉄総延長は 4354.3km で、全体の 75.6% を占める。

一方、建設中の路線を含め、合計 61 都市が都市軌道交通建設計画を実施している。そのほか、2 つの都市は都市軌道交通建設計画を策定し、建設許可を受けた。（63 都市のうち、44 都市は国家発展改革委員会の建設許可を受けた。残りの 19 都市は各地方政府の建設許可を受けた。）建設中の路線総延長は 6374km で、このうち、地下鉄総延長は 5315.6km、全体の 83.4% を占める。

2018 年に都市軌道交通システムの運営収入が黒字になった都市は杭州、青島、深セン及び北京など 4 都市のみ、その他都市は赤字となっている。2018 年の中国全土の都市軌道交通車両の購入金額は 378.4 億人民元となり、都市軌道交通建設投資額の約 13% を占めている。（都市軌道交通設備投資は全投資額のほぼ 30% を占める。）

2018 年には 15 の都市で合計 150 億人民元の都市軌道交通投資が行われた。このうち、成都市の投資は 600 億元を超えた。また、武漢、杭州及び北京市の都市軌道交通投資額はそれぞれ 300 億元に達した。

上記の中国都市軌道交通産業の現状を踏まえると、中国の都市軌道交通建設市場は今後も 15 年程度成長し続けるとみられる。こうしたことから、国が推進している関連プロジェクトを除いて関連企業は特に海外進出には関心がないと言う。関連業界では、資金不足、人材不足（特に運営管理人材が不足している）に直面している。協会の会員企業は現在、課題の解決に注力している。

なお、同協会は、日本の鉄道業界との交流を毎年頻繁に行っている。定期的な訪問も実施している。例えば日中鉄道友好推進協議会との交流は定例となっている。

B) 青島軌道交通産業モデル園區經濟發展局

青島軌道交通産業モデル園區は 2016 年に國務院の承認を得て設立された園區であるが、その起源は 1986 年に城陽区で南車四方機車会社が設立されたことに遡ることができる。

同園區の計画開発面積は 83 km² である。このうち、2017 年に設立された国家高速列車技術革新センターの計画開発面積は 6 km² である。

同産業園區は、動力分散型列車、都市間高速列車、跨座式動力分散型列車、懸垂式動力分散型列車、低床式路面電車、導軌電車など一連のハイエンド製品の生産能力を備え、研究開発、生産及び革新的な優位性がますます顕著になっている。製品は、制御システム、牽引、ブレーキシステム、制振システムなどをカバーしている。

現在、青島地下鉄グループ、中車四方（株）、中車四方（有）、四方ポンスバルディア、中車四方研究所の軌道交通産業におけるリーダー企業 5 社による動力分散型列車及び都市間鉄道列車

と地下鉄車両の生産台数についてはそれぞれ、全国で実用化している動力分散型列車総台数の60%を、また全国で実用化している都市間鉄道列車と地下鉄車両総台数の25%を占めている。

2018年の年間生産高は850億元に達した。計画としては、2022年の年間生産高が1300億元に達する見込み。

現在、同産業園區には200社超の中小企業が集積し、上記の5社のリーダー企業を支え、様々な部品、サービスを提供している。地元企業からの部品、設備調達率は2011年の20%から2018年には45%まで拡大した。2022年までに、調達率を60%までに上昇させる予定。

国家高速列車技術革新センターには、全国の高速鉄道車両の運行をリアルタイムで監視管理するプラットフォームがあり、全国の運行中の2056列（交付済み車両列数は2855列、約800列の第一世代車両は現在アップグレード改造中のため、運行していない）の車両の運行状況がモニターに表示され、それぞれの車両に対してライフサイクル管理を実施し、故障が発生した場合、モニターにすぐに表示され、その対策も示される。また、オンラインで直ちに専門家によるアドバイスを受けることができる。

2020年まで、同産業園區は特に運行車両の制御とけん引電力の変流に専用するIGBTモジュールの開発、高速鉄道車両の軸受け、ベアリングなどコア部品の開発に注力している。また、次世代地下鉄車両の開発については、新しいけん引、ブレーキ、制御及び転向システムの導入により、既存車両と比べ、最高速度が140km/時、重量が13%減、15%省エネ、低騒音の新車両を開発する。さらに、車両の軽量化（炭素繊維の使用）とスマート化（車窓のモニター化、リアルタイムの監視管理、事前警報、遠隔保守メンテナンス）、自動運転の実現など関連技術の開発も推進している。

C) 鉄道車両メーカーA社

A社は、中国と海外鉄道設備会社との合弁会社であり、中国高速鉄道用の最初の車両を製造した鉄道車両メーカーである。

中国政府は中国製車両を輸出することを推進するため、国産化を進めている。現在、高速鉄道車両の国産化率は75%以上に達した。当初、中国政府の市場と技術の交換戦略に乗ったドイツメーカーや日本メーカーは離脱したが、A社は受注数量が減っているものの、まだ受注があると言う。現在製造している車両は表向きには国産車であるが、様々な輸入部品を使っている。例えば、大きなものであれば車両の扉はドイツのメーカー2社と国内の1社から調達している。一方、日本から輸入した電子部品、たとえば電磁バルブなど小さい部品も使っている。日本製部品は品質が良く、信頼性が高いが、コストパフォーマンスが悪い（日本だけではなく、ドイツメーカーも同じくコストパフォーマンスが悪い。しかも生産周期が長いので、使い勝手がよくないと言う）。また、次々に次世代の新製品を開発し、更新が早いので、コストは高いままで安くないという。同社はコストを削減するため、また、調達しやすくするために、代替できる国産品があれば、極力使用している。さらに、高速鉄道車両だけではなく、機車、貨物車、地下鉄などの車両用コア製品の輸入部品を備蓄しながら、国産品での代替可能性を積極的に探っているとの説明があった。

D) 車両メーカーB社

B社は、1936年に設立された鉄道機関車専門メーカーである。1958年、中国初の電気機関車を開発製造した。1978年、中国初の電気機関車専門メーカーとなった。現在、本社従業員数は1万人を超えた。また、世界各地で合計29社の現地法人がある。

同社は主に電気機関車、EMU/DMU、都市軌道交通車両及び軌道工事車両など4シリーズの車両を生産している。電気機関車の市場シェアは国鉄系の60%、非国鉄系の100%を占めている。都市軌道交通車両の合計出荷量はすでに1万両を超え、中国の都市軌道交通車両の3割を占めている。

都市軌道交通分野では、同社はEMU、都市地下鉄及びリニアモーターカーなど主に時速200km以下の車両を生産している。ただ、一時時速350kmの自主ブランドであるCHINA STARも生産したことがある。

同社は、1997年以来、「一帯一路」構想対象地域を中心に既にシンガポール、インド、マレーシア、南アフリカ、ドイツなど20か国で30のプロジェクトを受注した実績を持つ。最近5年間の海外売り上げは420億元に達した。海外提携相手はシーメンスなど欧米企業が中心であるが、日本の大手商社、たとえば住友商事、三菱商事、また部品・設備メーカー、たとえば、三菱電機、日立、近畿車両及び川崎重工などとも提携したことがある。現在でも、年間複数回の交流活動を行っている。

同社は現地製造、現地調達、現地採用、現地メンテナンス及び現地営業活動などで構成される経営モデルを用いて海外市場を開拓している。提携相手とwin-win関係が構築できるよう、事業を推進している。win-win関係を構築できることが前提であるが、日中連携には前向きである。

E) 機電メーカーC社

C社は中国中車股分有限公司が100%出資した子会社である。

同社は発電、電力供給及び電力ユーザ向けの製品を生産している。軌道交通分野で応用する主力製品は都市軌道交通車両の制御システムのコア部品であるリアクトル及び各種の変圧器である。中国国内市場の約5割を占めている。

同社の製品は地下鉄車両を中心とする都市軌道交通分野、時速300kmの高速鉄道車両及び時速500kmのリニアモーターカーにも使用されている。都市地下鉄分野では、同社の製品はすでに北京、上海、天津、広州、深圳、重慶などの都市地下鉄に使用されている。海外実績としては、シンガポール、トルコ、イラン、マレーシア、アルゼンチンなどの国の都市軌道交通車両に採用されている。

同社は当初、シーメンス、アルストムなどEU企業と提携した。日本の三菱電機とも長い間提携している。現在も、社名は公表できないが、ある日本企業(A社)と提携していて、その企業から派遣された数名の日本人は株洲に駐在している。

同社は元々研究所の一部門なので、研究開発には強い。しかし、1997年まで、同社をはじめとした国産製品はあまり採用されなかった。上層部は一時、開発技術者グループを解散しようと検討したこともあったが、中国政府の地下鉄に対する国産化政策に救われ、各地の地下鉄の建設ラッシュもあって、製品が一気に普及した。

現在、同社の製品は輸入品と品質の差がないという。また、自主開発したため、知的財産権も持つ。軌道交通設計院はプロジェクト設計を行うとき、最初から同社製品のスペックを採用しているので、主要設備やコア部品など輸入品を採用する必要がないという。ただし、主要設備、部品の連結用ケーブル、コンセント及び包装用の絶縁材料は安全性を考慮してこれまで同様、ドイツや日本のメーカーの輸入品を使うように設計している。

同社の技術総括責任者によると、製品の歩留まりを向上させるため、日本の A 社と技術サービス契約を締結して、日本人の駐在員達の指導により生産工程を改良し、歩留まりを改善している。数年前まで、A 社は技術コンサルティングサービスの提供を拒否していた。しかし、同社の技術開発のスピードを踏まえ、あと数年もすれば同社が自力でノウハウを蓄積して歩留まりを向上させるであろうということを判断したことから、協力するようになったと言う。

同社は、日本企業と提携して海外の第三国市場を開拓することを歓迎するとしているが、ハードの部分の協力は必要がないため、日本企業に期待する部分は、生産管理、企業管理のコンサルティングサービスの協力であるとした。こうした協力によって、同社製品の軽量化、信頼性の向上及び歩留まりの向上を実現し、省エネ、人件費削減を実現できるとともに、日本企業も技術サービスの提供により対価を得て、win-win 関係が構築することができるのではないかとの見方を示した。

F) 鉄道設計院 D 社

D 社の前身は、1953 年に設立された鉄道部の設計院である。現在は、中国鉄道建設集団が 100% 出資した子会社である。社員数は 4600 人余りである。高速鉄道の設計の元請けとして、中国の高速鉄道の 6 割の調査設計を担当した。設計した営業運転中の高速鉄道総延長は 1 万 km を超えた。都市軌道交通分野では、すでに、中国国内の 70 以上の路線（うち、地下鉄 50 数路線）の設計元請けを担当した実績を持つ。

同社は、アメリカ、スウェーデン、ドイツ、フランス、日本、韓国などの海外の設計院と交流提携覚書を締結しており、海外については、中東、アフリカを中心に数十のプロジェクトを受注した実績を持つ。アジアでは、タイ、インドの実績を持つ。国有企業であるため、政府の海外援助プロジェクトを中心に実績を重ねてきた。

中国の都市軌道交通分野は今後少なくとも 15 年の成長期があり、同社は、これからも国内市場を中心に事業を展開する予定で、国の政策プロジェクト以外、積極的に海外市場を開拓していく考えはないと言う。

また、通信システムと信号システムに関しては、同社は主に、中国国内パートナー企業と提携し、通信をベースとする鉄道車両の制御システム（高鉄 CTCS、地下鉄 CBTC）を国産化し、従来の輸入システムを代替した。また、時速 200km と 350km の高速鉄道の自動運転システムを開発した。このため、ハードの部分は基本的に国産化済みで、技術水準も品質も海外同業者の製品と差がないため、維持管理、メンテナンスの面を考慮すると、海外製品を採用する必要性がない。信号システムの制御ソフトも同社はすべて自社開発する能力があり、海外同業者と提携する必要性は低いと言う。

一方で、個別の通信設備に輸入品を採用するケースもある。応用分野としては、高速鉄道分野より、都市軌道交通分野のほうはチャンスがある。ただし、通信信号分野では、欧米企業の強い分野なので、日本企業と提携するチャンスは少ないと言う。

現在、同社は鉄道建設に関する世界通用規格の構築に注力している。

通信信号分野の今後の重点開発課題としては下記のいくつかの課題があると言う。

- ・異なるメーカーの設備とシステムのインターオペラビリティ
- ・車両間通信、
- ・クラウドコンピューティング
- ・IoT 応用 など

G) 軌道交通設備メンテナンス会社 E 社

E 社は 2007 年に設立された都市軌道交通関連設備の点検・メンテナンスサービスを提供する民営専門会社である。設立当初は Samsung SDS 中国の下請け企業であり、その後、中国中車の出資を受けて事業を拡大してきた。現在、職員 600 人で北京地下鉄 2 号線、深圳地下鉄 1 号線をはじめ、全国の 14 都市の地下鉄合計 25 路線の乗車券の自動販売システムから改札システムまでの AFC システムの据え付け、試運転、維持管理及び点検・メンテナンスなどの業務を実施している。

そのほか、車両運行状況、けん引電力の供給状況、駅にある設備の運行状況及び駅と電車との通信連絡状況の遠隔制御に関する総合的な試運転業務も展開している。

同社は全国に 16 の支社がある。また、自社修理工場を持ち、サムスンの設備はもちろんのこと、日本、欧州メーカーの関連設備も自社工場で修理できるようになり、迅速な対応はユーザから評価されている。なお、日本に関しては、日本信号社の設備のメンテナンス業務も受託している。また、修理には日本製部品もよく使うという説明があった。

中国国内市場の需要が大きいため、現在、国内市場の開拓に注力している。来年上場する予定で、業績の向上に専念している。海外進出は特に力を入れていないが、以前、中国鉄道建設公司の下請けとして、マレーシアの首都地下鉄に AFC 関連設備を提供した実績がある。

今後、中国鉄道総公司や鉄道科学研究所の下請けとして、これらの企業が海外進出の際、ついていく可能性は十分あるが、自ら積極的に海外進出することはまずない。ただし、設備のみの場合、利益がとれるなら、日本の商社もしくは日本軌道交通企業の下請け業務も引き受けたいとの回答が得られた。

H) AFC メーカー F 社

F 社 AFC 事業部は当初北京オリンピックのために建設した北京地下鉄 13 号線及び首都空港線の AFC システムの導入のため設立した部署で、日本信号社と提携して AFC 制御ソフトの中国語版を作成した。それ以来、多くの日本企業 (NEC、オムロン、高見沢、富士通) とパートナーシップを締結した。現在でも提携交流が続いている。

同社は2016年まで全国各地の地下鉄で25路線のAFCシステム(ハードとソフト両方を含む)を受託した。また、2019年5月現在、さらに10路線を新規に受注した。さらに、近年、福建省と江西省、広西自治区と湖南省を連結する高速鉄道のAFCシステムも受注し、高速鉄道分野への進出に注力している。

海外では、2011年からインドの4番目大きい都市であるChennaiの地下鉄2路線にAFCシステムを納入した。これらの設備は100%の自主知的財産権を持つ中国製設備である。また、パキスタン鉄道にも納入実績がある。

今後も、中国発の関連技術、100%国産化製品の開発・製造・販売に注力していきたいとの発言があった。東南アジアでも、「一帯一路」沿線国家でも、チャンスがあれば、海外市場を開拓していきたいと言う。日中連携には前向きであるとの説明があった。

1) 軌道交通設備メンテナンス会社G社

G社は2007年に設立された高速鉄道車両を中心とする鉄道車両の点検・メンテナンス用設備・システム(ハード、ソフト両方)及び点検・メンテナンスサービスを提供する民営専門会社である。現在、社員数は126名、年間売り上げ2.3億元(純利益:0.5億元)である。2016年に新三板市場に上場した。業績の年間平均成長率は20-30%。

同社のサービスエリアは北京以外では、広州、上海、西安、武漢及び成都など国内高速鉄道の主要点検・メンテナンスセンターと50数カ所の高速鉄道車両のメンテナンスステーションをほぼカバーしている。また、一部の地下鉄、貨物列車、都市間客車の点検・メンテナンスも行っている(新しい市場として開拓中。高速鉄道業務とその他業務の割合は9:1)。

高速鉄道車両に関しては、現在CRH1-5、CRH380及び復興号全シリーズの点検・メンテナンス業務を展開している。同社と同様のサービスを展開し、全国をカバーできる同業者はほかにも5-6社あると言う。

現時点では、海外進出実績は特にない。今後も国内市場の需要が大きいため、国内市場の開拓に専念し、海外進出は考えていない。

ハードの部分は70%が国産品で、残りは海外品を使用。現在約20社の海外メーカーと提携し、中国国内の独占代理権を取得した。ただし、日本メーカーとは提携がない。

輸入車両の点検・メンテナンスも行っているが、取り替えに必要なコア部品などは基本的に事業主が調達するため、特に問題はない。

高速鉄道、地下鉄を含め車両点検・メンテナンス業務では中国企業がすべて自力でこなすことができるため、また、この種の業務利益はあまり高くないため、海外市場に進出する場合、地元企業は別として、特に日本企業と提携する必要がないと言う。

3.2.3 日中企業の協働可能性

1) 日中企業の技術レベルの比較

中国の高速鉄道に関しては、1990年代から自主開発戦略のもと事業を展開したが、失敗に終わった。2004年頃から市場と技術の交換戦略を策定し、先進諸国から、中国が主導権を持ちつつ正式に技術を導入する方式に改めてから、10年余りで、先進諸国が数十年かけてやっと解決した技術的難題を攻略し、めざましい進展を見せている。都市軌道交通分野も最初の全技術輸入段階を経て、自主開発、国産路線に変更して発展してきた。本節では、「中国製造2025重点分野技術ロードマップ」にリストアップされた重点開発製品及びコア部品を中心に日中企業のそれぞれのレベルと優位性をまとめる。なお、これらの技術開発課題が公表されたのは2015年以降であるが、これらの開発プロジェクトの多くは2010年代初め頃から計画・着手されていた。

日中企業の技術力の比較及び協働可能性を表3.2.4にまとめる。

表3.2.4 日中の技術力の比較及び協働可能性

項目	中国の技術現状	日中間の技術力の比較	日中協働可能性
時速400km以上の高速客車	時速400kmの高速客車の開発はほぼ最終段階に入り、2019年末に実際運行可能な車両が完成する予定。 設計時速は400km、テスト時速は440kmに達する。 中国中車の長春客車公司、青島四方公司及び唐山機関車公司が同プロジェクトに参加。将来、長春社製車両はロシア向け、四方社製車両は東南アジア向け、唐山社製車両は欧州向けに輸出する方向で開発を進めている。	中国の高速鉄道は最速で350km、通常は307kmで運行されている。日本の新幹線は最速で320kmで、一部の路線はそれより遅いスピードで運行されている。また、中国は海外輸出のための専用車両を開発しているが、日本の日立なども海外輸出用車両の開発に注力している。日中の技術力はほぼ拮抗している。ただし、中国では高速鉄道車両と都市軌道車両の国産設備・部品使用率はそれぞれ75%以上、90%以上となっており、一部のコア設備・部品は依然輸入品に頼っている。	協働の可能性が高い。中国製車両では一部のコア部品を日本から調達しているため、中国の海外輸出の拡大には日本の部品メーカーにもメリットがある。なお、日本の場合、国内の車両の更新需要が堅調なため、海外輸出にはあまり積極的ではない。
自動運転都市軌道交通システム	自動運転地下鉄 応用済み 2017年12月 北京市地下鉄燕房線 営業運転中 車両及び自動運転技術はすべて中国自主ブランド 車両は中国中車青島四方社が製造 無人運転の路面電車(LRT) 開発済み 2017年7月 中国中車青島四方社が開発 世界初、時速70kmで営業運転可能 第3世代100%低床モダントラムを採用 ART 応用済み 2018年 中国中車株洲研究所が開発 中国湖南省株洲市内、仮想レールを沿って自動走行する	日本国内の専門家によると、すでに実用化したAGTを除いて、これらの技術はいずれも実用可能であるが、法規制や安全性確保のために実用化を見送った。中国の技術力が日本を追い超えている訳ではない。	協働の可能性はあまりない。(中国側はすでに自主ブランドの技術を所有している。また、今後も次世代のシステムの自主開発を続ける予定) なお、中国のこれらの関連技術に対する日本の専門家の評価は低い。中国の場合、新しい技術は100%完成しなくてもとりあえず応用してみる傾向がある。こうしたなかで、中国企業は応用課題を見つけ、技術改良力及び経験の蓄積は急速に向上している。日本企業が油断すれば、脅威になる恐れがある。

中速/ 高速リ ニア モー ター カー	開発中 時速 600km の高速リニアモーターカーサンプル車両を開発済み、2019 年 5 月 省エネ 35%、車両軽量化 6%を実現 5 両編成デモ用車両は 2020 年まで製造し、テスト運転を行う予定。	日本：超電導方式を採用 中国：常電導方式を採用 日本では、すでに最高時速 603km を実現済み 中国はまだ開発中	それぞれ自国の実情に合わせて技術路線を決定し開発を進めているため、現時点では、協働の可能性が低い。
新エネ ルギー 都市軌 道交通 システ ム	テスト運転中 2017 年 7 月 時速 160km、非電化路線では蓄電池モードで最長 200km 走行できる。 中国中車長春工場が自主ブランドで開発製造	中国が一步リード。 日本国内の非電化ローカル線でいくつかの営業運転実例があるが、いずれも時速数十 km、蓄電池モードで最長 90km しか走行できていない。ただし、車両用蓄電池の主力であるリチウムイオン電池は元々日本の研究者の発明であり、また、日本のハイブリッドカーや電気自動車の技術も世界トップレベルにある。	協働の可能性はある。「一帯一路」構想の対象国、または東南アジア諸国には非電化路線が多数存在している。蓄電池電車は現時点では環境対策という側面が強いが、技術開発により、蓄電池のコストがある程度下がれば各国の非電化路線の電気化に大いに貢献できる。その際、高速鉄道と同様、日中間では協働の可能性もある。
列車運 行制御 システ ム	高速鉄道用列車自動運転及び制御システム 開発済み 2018 年 4 月 テスト運転（北京—瀋陽路線）実施済み 2018 年 9 月 近々実車装備（北京—張家港線 予定） （時速 350km 自動運転、世界初） 自主ブランドの自動運転都市軌道交通 CBTC システム（無線列車制御システム） 開発済み、実用済み	中国が一步リード。 中国は従来、日本やフランス、ドイツしか持っていなかった技術である高速鉄道用列車制御システム（CTCS）に自動運転機能（ATO）を加え、世界初の CTCS3+ATO 技術を開発した。また、中国版 CTCS 規格も作成した。従って、これらの技術の完全国産化を実現した。 中国はすでに自主ブランドの CBTC システム（無線列車制御システム）を開発し、現在、複数の都市の複数の地下鉄路線に導入しており、移動閉塞方式による高密度運転が可能となった。 一方、東京メトロは 2022 年度末に丸ノ内線で日本初の CBTC システムを導入する予定	協働の可能性はあまりない。（中国企業はすでに自主ブランドの技術を所有している。）
超大型、高性能歯車及び駆動装置	高速鉄道用歯車及び関連装置の約 8 割は国産品で、最新の「復興号」高速鉄道車両にも大規模に採用された。ただ、残りの一部は依然欧米や日本から輸入している。	日中企業の技術力はほぼ拮抗している。 中国の国産新製品はすでに 2400 万 km という使用寿命に達成しており、歩留まりも 100%に近づいている。	協働の可能性が低い。 中国企業及び国産品の一部はすでに EU の規格認証を取得し、欧州向けの輸出準備を整えた。
動力型 スー パーコ ンデン サ及び 蓄電池	国産化されつつあるが、素材の一部は日本から輸入している。	日本企業が強力。 中国企業は関連製品の製造はすでにマスターしたが、歩留まりがまだ悪い。また、素材の一部は日本製素材に依存している。一方、日本の蓄電池技術は、自動車産業のバイクアップもあって、世界トップレベルにある。	協働の可能性はある。 中国企業はすでに自主ブランドの技術を所有しているため、海外への輸出を推進しているが、生産管理や品質向上の面で日本企業との提携を望んでいる。

センサ類	欧米、日本の大手メーカー製品を輸入しているが、国産品→現地合資企業製品→輸入品という優先順位で代替を進めている。	日本企業が強い。 日本製品が多く使われているが、純輸入品については調達周期が長く、また価格が高いため、国産品、もしくは中国現地の合弁企業製品にシフトしつつある。	協働の可能性は低い 日本が得意とする分野なので、しばらく日本からの輸入部品に頼っている状況が続くと思われるが、国産品の開発状況によって、国産品への切り替えが早くなる可能性がある。
ICデバイス、チップ	国産 IGBT の開発と実用化が完了し、輸入品の代替を実現した。また、一部の国産製品は海外にも輸出している。ただ、製品により、海外輸入製品も多く採用している。	日本企業が一步リード。 米中貿易摩擦の影響で、中国企業は国産品の開発を強化し、輸入品の代替を急いで進めている。	協働の可能性があまりない。 米中貿易摩擦の影響で、チップ、モジュールなどコア部品の内製化が加速している。
永久磁石同期電動機	開発済み、無人運転路面電車に採用済み	日中企業の技術力はほぼ拮抗している。	協働の可能性が低い。
列車ブレーキシステム	欧米、日本の大手メーカー製品を輸入しているが、国産品→現地合資企業製品→輸入品という優先順位で代替が進んでいる。 ただ、時速 300km 以上の高速鉄道に関しては、安全性を確保するため、まだ輸入品を多く採用している。	日本企業が一步リード 時速 300km 以上の高速鉄道に関しては、まだ輸入品を多く採用しているが、米中貿易摩擦の影響で、中国企業の危機感が高まる、国産品の開発に拍車がかかっている。 比較的短期間で技術力を高める可能性がある。	協働の可能性が低い。
高速ベアリング			
受電装置	国産品による代替が進んでいる。	日中企業の技術力はほぼ拮抗している。	協働の可能性が低い。

出所：調査団整理作成

上記の日中間の技術力の比較結果を踏まえ、中国企業と日本企業のそれぞれの優位性と問題点を下記の通りにまとめる。

A) 中国企業

- 中国の場合、中国中車集団を中心とし、業界の基礎的かつ共通性の高い先進技術、成果の製品化・産業化を積極的に推進している。新しい技術は 100% 完成しなくても市場に投入して応用し、問題点を改善していくという方式が一般的であり、主要設備、補助設備とも同じやり方で行っているケースが多い。
- 中国国内の鉄道は総延長、車両数、駅の数など世界最大の規模であり、現在、世界の高速鉄道のシェアの約 2/3 は中国が独占しており、世界規格になりつつある。また、都市軌道交通も急速に発展し、32 都市が地下鉄路線を持ち、地下鉄車両は 3 万両に達した。
- 軌道交通設備の製造コストが安いことは以前からの強みであることに加えて、機器設備の性能や品質面でも急速に向上している。都市地下鉄車両の国産化率は 90% を大きく超えている。一方で、高速鉄道車両・設備の国産化率はまだ 75% あまりでやや低い、安全性を確保するため、一部のコア設備・部品は依然として海外から輸入している。例えば、時速 300km 前後の高速鉄道は、ブレーキ、ベアリング、電子制御用等コア部品は日本から部品が輸入されている。ただし、米中貿易摩擦の影響で、国産の代替品の開発・製品化が加速している。

- ・ 中国製品はハードの部分ではすでに日本と差がなく、品質も日本並みもしくはこれを凌駕している。このため、中国側は一部のコア部品を除いて日本のハード面の技術には関心があまりない。一方、運営管理やメンテナンスサービスなどソフトの技術に関心があり、提携を希望するケースはまだ多い。ただし、今回の現地ヒアリングでは、中国の関連企業は車両の運営管理や保守メンテナンスなどに関する取組も積極的に推進しており、適切な管理・メンテナンスを提供できるようになりつつある実態が明らかになった。
- ・ 中国の軌道交通設備企業は「一带一路」構想に関連して海外市場で着実に実績をあげており、各種軌道交通設備の全面的な輸出を実現している。また、近年、設備の輸出だけではなく、プロジェクトの設計、建設、設備提供から運営及びメンテナンスまで一括請負方式や運営と維持管理のみ請負方式など、海外進出方式も多様化しつつある。
- ・ 問題点としてあげられるのは、国内の優位性が海外では発揮できていないということである。中国企業は国内で建設プロジェクトを推進する場合、経験豊富な企業と熟練労働者は多いため、24時間突貫工事を行うことが可能である。また、土地の収用も政府の力を借りて容易に解決できるため、施工工期の管理と短縮が可能である。しかし、海外プロジェクトの場合、多くの現場では現地の熟練労働者が不足していることに加えて、土地も私有地のため、収用がうまくいかないケースが多い。現在建設しているインドネシアの高速鉄道建設プロジェクトはこの種の典型的な失敗例である。
- ・ 日本には50年以上の海外技術輸出の経験とノウハウがあるのとは対照的に、中国の高速鉄道や都市軌道交通の発展歴史はまだ20年程度しかない。歴史が短いため、海外プロジェクト管理の経験に乏しい。
- ・ 「一带一路」構想が主導する巨大軌道交通プロジェクトには、膨大な資金が必要なため、実施国である東南アジア諸国は中国からの膨大な融資が「財務の罠」になるのではないかと警戒している。このため、中国企業への不信感も強まっている。

B) 日本企業

- ・ 日本の軌道交通技術は、他国では類を見ない高い安全・信頼度の要求により、先進的な技術と高い品質設備・部品が開発、実用化された。また、1960年代に新幹線が開通以来、大きな事故がなく、機器、部品の高い品質が実証されている。
- ・ 余裕を持った設計思想を徹底しているため、仕様を超える使い方にも耐える。
- ・ また、軽量化技術は日本の高速鉄道用車両の大きな特徴である。必要な特性を満たしつつ比較的軽量に作るため、機能を追加するための設計変更を容易としている。
- ・ 電気部品、主電動機、補助電源などを製造する日本の電機メーカーは世界でもトップクラスの技術力を持ち、日本の軌道交通設備の先進性及び高品質をバックアップしている。
- ・ 都市軌道交通を高密度な都市活動を可能にした軌道交通システムに仕上げ、都市化の発展に大きく貢献している。新幹線より日本型都市軌道交通こそアジア諸国が導入したい技術である。
- ・ 50年以上の長い間で蓄積した豊富なノウハウ、安全実績及び海外輸出経験がある。

- ・ 問題点としてあげられるのは、国内市場の車両更新需要はしばらく続くため、日本企業は当面の業務を確保でき、海外進出する意欲はそれほど大きくない。
- ・ 中国など高速鉄道開発国では、副産物として時速 160km 前後の中速鉄道を発展させている。東南アジア諸国や「一帯一路」沿線国家などは今後中速鉄道に対する需要が大きいのに対し、日本には中速鉄道技術が欠如しているため、これに対応するのが難しい。
- ・ 海外の軌道交通ビジネスと異なり、日本の車両技術の開発は運行に強い責任を持つ軌道交通会社が主導権を握り、車両メーカーの単独開発は通常ない。運行会社は安全性を重視しすぎ、安全性コストをかけ過ぎる。こうしたことが海外進出の際の足かせになる。
- ・ 日本企業は保守的であり柔軟性が欠けることに加えて、人件費が高いため、全体のコスト競争力は弱い。

2) 日中企業の協働可能性

軌道交通設備分野の日中企業の協働可能性を下記にまとめる。

- ・ 目的と対象地域は異なるものの、日本政府と中国政府とも自国の軌道交通設備産業の海外進出を推進している。このため、海外第三国市場においては、今後、日本企業が中国企業と協働する可能性がある。
- ・ 日本企業は収益の確保を重視するため、ODA 対象外案件では、十分な利益を確保できないと判断した場合、取り組まない。一方、ODA のプロジェクトでも、採算があるかどうかは重要であり、利益が出なければ手を出す可能性は小さい。
- ・ コア部品や精密部品などの製造技術の高さが日本の強みである。中国企業による日本企業からコア部品の調達は今後も続くとみられる。日本の中小企業にもチャンスがある。ただし、中国企業のイノベーション能力は徐々に向上されつつあり、また、米中貿易摩擦を機に、輸入品の国産代替品の開発・実用化が加速している。
- ・ 日本の優位性として製品製造やプロジェクト工程管理の緻密さがある。協働で第三国の軌道交通整備を実施することで、日本企業はプロジェクトの品質や工期管理技術の高さで貢献できる。
- ・ 日本は管理技術に強いがスピードとコスト競争力で劣るという前提のもと、技術面で中国がすでに追いつき日本に明確な優位性がない状況を踏まえると、第三国での日中協力プロジェクトの進め方としては、中国流をベースに中国側で足りない部分を日本側が補足するという方式が日中協働の可能性を拡大するものと考えられる。
- ・ 中国の国有企業は政府の政策を推進する立場から、採算性が関係なくプロジェクトを実施するケースもよくあるが、民営企業の場合、基本的に日本企業と同じスタンスであり、採算が合わない場合取り組まない。また、民営中小企業の場合、下請けの立場で、元受は中国企業であろうか日本企業であろうか関係なく仕事を取ればよいとの傾向がみられる。このことは、日本企業が中国企業との共同プロジェクトに参加する場合に留意する必要がある。

国内に巨大な市場を抱える中国は、「一带一路」構想に従い沿線国家に対する軌道交通設備の輸出を積極的に進めている。高速鉄道をはじめとする軌道交通設備の海外市場の開拓に、日本企業との間で熾烈な競争を行うケースも見られる。しかし、中国国内市場では、高速鉄道から都市軌道交通システムの建設まで日本企業の技術や製品が多数使われている。日本国内では、新幹線の建設プロジェクトが遅々として進んでおらず、日本の軌道交通設備産業を存続させるためには、中国との協力が不可欠となる。中国は、国内でのプロジェクトを通じて、砂漠地帯など厳しい環境下での鉄道の建設・運転実績を着実に積み重ねてきており、今後の世界展開にあたって大きな強みを持つ。政府の方針のもと中国のハイエンド設備の「走出去」（海外進出）の重要な柱と位置付ける軌道交通分野で中国と協力することは、国内市場の需要拡大が期待できない日本の軌道交通設備産業にとってもきわめて重要であると考えられる。

3) 発展途上国のインフラ整備を進める上での日中協働の可能性

ヒアリングにおいてあがった日中協働の可能性について、日中双方から挙げられた意見を下記に紹介する。

まずは、日本側の考え方を下記に示す。

- ・ 第三国において日本の規格で軌道交通技術を安く提供するため国際協力が不可欠であり、当面、中国は良いパートナーになる。その理由としては、中国の鉄道業界は一流大学をトップで出た人材が豊富で活気があること、また、高速鉄道の急速な普及により多様な自然環境での経験も豊富であること、さらに巨大な生産能力を構築している。
- ・ 日本企業は民営のため国が面倒を見てくれない。そのため、第三国への進出は、日本企業は実利がないと基本的に話には乗らない。利益を確保できるプロジェクトでは、中国と共同で推進しても良い。
- ・ 日本企業は自社の最先端の技術で製品を中国で生産することには慎重であるが、第三国の軌道交通事業で、中国企業が頭に立って受注し、設備機器を納入するチャンスがあればビジネス機会として前向きに検討する用意はある。また、中国企業が第三国へ進出することで、日本企業の自社製品の海外納入のチャンスにつながれば基本的には良いことだと考える。

一方、中国側から今後進めたい日中協働の案を下記に示す。

- ・ 日本企業の場合、海外でプロジェクトを行う前の事前準備作業はいつも丹念に時間かけて行っている。FS 調査だけではなく、地元の文化、慣習なども研究して対策を練る。また、日本は 50 年で蓄積した海外技術輸出の経験とノウハウがある。一方、中国側は国内の多くの軌道交通建設プロジェクトで培ってきた経験豊富な企業と熟練労働者が多く存在する。日中協働により、先進技術・ノウハウと生産コストの優位性が最大限発揮でき、第三国の市場開拓に必要な強い総合的な競争力の構築が可能である。

- ・ 日本企業と協働して海外第三国市場を開拓する場合、2種類の提携が考える。まずはサプライヤーとして提携する場合、日本企業が調達周期に合うように生産周期を調整すること、また良いアフターサービスを提供することを期待している。次は連合体として共同入札する場合、日本企業にはプロジェクトの工程管理及び信頼性の向上を期待している。
- ・ 日本企業と協働して第三国市場を開拓する場合、日本企業に期待する部分は、ハード面の技術ではなく、生産管理、企業管理のコンサルティングサービスの協力である。それによって製品の軽量化、信頼性の向上及び歩留まりの向上を実現し、省エネ、人件費削減を実現できるとともに、日本企業も技術サービスの提供により対価を得て、win-win 関係を構築することができる。
- ・ 第三国の軌道交通関連建設プロジェクトでは、技術力以外、ファイナンスも重要である。資金調達の面でも、中国企業は、国内の政策銀行や商業銀行からの融資だけでは膨大な資金を調達することができないため、日本の協力を得て低金利で一部資金が調達することを期待している。

現在進められている第三国での日中協働として下記の事例がある。

タイ紙デーリー・ニュースの報道によると、2019年7月23日に行われたタイ国鉄の複線化工事の一部である鉄道3路線（3路線は、(1) 南部線のナコンパトムーチュンポン（全長 169km、59 駅）、想定事業費 62 億 5000 万バーツ、(2) 北部線のロッブリーナコンサワン県パクナンポー（148km、18 駅）、同 27 億 8200 万バーツ、(3) 東北部線のサラブリー県マブカバオーナコンラチャシマ県チラ（132km、17 駅）、同 24 億 6000 万バーツ。）の信号・通信システム整備事業の入札に、中国の CRSC インターナショナル社と日立レール STS 社による企業連合が3線とも応札した。その他、ドイツ、イタリア、韓国及びタイ地元企業も入札に参加した。この入札は9月中に落札者を決め、10月中に契約を締結する見込みとなっている。

CRSC インターナショナル社は CRSC（中国鉄路通信信号股分有限公司、中国中央政府が直轄する中国 NO.1 の国営鉄道信号システムメーカーである）の海外事業部から分社化し、CRSC が 100% 出資する子会社である。一方、日立レール STS 社の前身は日立が 2018 年に買収したアンサルド STS 社である。アンサルド STS 社はイタリアの鉄道信号大手であり、以前に中国の北京、大連の複数の地下鉄プロジェクトの信号、車両制御システムを受注した実績を持つ。これらのプロジェクトで採用された地下鉄車両はいずれも中国中車製のものであり、中国国内市場では、CRSC とアンサルド STS 社は以前から提携しているとみられる。

3.2.4 中国企業への政府の優遇政策（湖南省株洲市事例）

湖南省株洲市は中国の電気機関車の誕生の地とも言われている。中国中車株洲電気機関車有限公司、中国中車株洲電気機関車研究所、聯誠集团公司、中国中車株洲電機公司、九方装備公司、中鉄軌道公司など 73 の軌道交通設備関連企業が株洲に集積している。電気機関車、都市軌道交通車両、鉄道貨物車、鉄道踏切システム、車載電気システム及び鉄道工専用機械などを中心とする

多種多様な軌道交通設備の生産基地となっている。現在、株洲市は石峰区の田心ハイテク産業園区を中心に、広さが25平方キロメートルにもなる中国軌道交通科技城を建設している。

2018年、株洲市の軌道交通設備産業の規模はすでに1500億元（約2.35兆円）に達している。湖南省政府の計画では、2020年まで、軌道交通装備産業の規模は2100億元（約3.25兆円）に達することを目標としている。この目標を達成するため、近年、湖南省政府は様々な優遇政策を打ち出した。主要優遇政策を以下にまとめる。

- ・ 第13次5カ年計画期間中、湖南省新興産業基金から50億元の先進的な軌道交通設備産業の発展に専用する基金を捻出する。
- ・ 湖南省政府は20億元の地方政府債券を発行し、株洲市の軌道交通設備産業の発展をサポートする。
- ・ 2016年～2018年の間、省政府から毎年1億元の財政専用資金を捻出し、軌道交通設備産業の重点建設プロジェクトに投入する。
- ・ 軌道交通設備産業の産学官の協力をサポートする。国レベルの奨励を獲得した関連研究成果に対し、省政府も国の奨励金と同程度の奨励金を支出する。
- ・ 軌道交通設備産業のコア技術を攻略した個人及びチームには、省政府から最高500万元の奨励金を支出する。
- ・ 国家及び省政府に認定された軌道交通設備産業モデル企業に対し、省政府からそれぞれ200万元、100万元の専用資金を支出する。
- ・ 軌道交通設備産業用地を優先的に提供する。土地譲渡単価は所在地の工業用地最低譲渡単価の3割引で譲渡する。
- ・ 軌道交通設備企業の上場及び企業債券の発行をサポートする。
- ・ 軌道交通設備企業の海外市場の開拓を奨励する。それに関連する法律政策、ビジネス情報提供サービスを提供する。また、海外投資や貿易摩擦などに関する調整を行う。
- ・ 軌道交通設備産業に必要な専門人材の採用をサポートし、研究費用及び家族の生活面のサポートを行う。

軌道交通設備大手企業の下請け中小企業を重点的に支援する。年1回～2回大手企業と中小企業のマッチング会を開催し、企業の提携や産業の発展を促進する。

3.3 電力設備分野（新エネルギー・再生エネルギー、エネルギー貯蔵設備、スマートグリッド ICT 活用による効率化を含む）

3.3.1 関連政策の概要と進捗

1) 関連政策の概要

A) 当該分野のイノベーションに関連する政策の概要

電力設備分野のイノベーションに関連する政策としては、中国製造 2025、エネルギー発展第 13 次 5 カ年計画、電力発展第 13 次 5 カ年計画などがある。これらの政策の中で電力設備は、発電設備と送配電設備の 2 つの分野を含んでいる。発電設備分野には石炭火力発電、風力発電、太陽光発電、水力発電、原子力発電等の各種電源の発電設備があり、送配電設備分野には送電線設備、変電圧設備、配電設備などが主要な設備として含まれる。

エネルギー発展第 13 次 5 カ年計画は、2020 年までに二酸化炭素排出量を 2015 年比で 18% 下げたためエネルギー消費に占める非化石エネルギー割合を 15% 以上に高める一方で、石炭の割合を 58% 以下に引き下げる政府目標を設定した。再生可能エネルギーや原子力のほか、高効率クリーン石炭火力発電やガス発電など多角的な発展を進め、低炭素で高効率なイノベーション駆動型のクリーン・エネルギー技術革命を推進するとしている。

電力発展第 13 次 5 カ年計画は、エネルギー発展第 13 次 5 カ年計画を受けて電力分野の 2020 年までの具体的なイノベーション発展目標を盛り込んだ。2020 年時点で見込まれる総発電設備容量 20 億キロワットのうち非化石エネルギー発電を 7.7 億キロワット前後に拡大する一方で石炭火力の発電設備容量を 11 億キロワット以内に抑制し、総発電設備容量に占める割合を約 55% まで低減させる。老朽化した石炭火力発電所の廃止を進め、新設を許可する石炭火力発電所の石炭消費量を発電量 1 キロワット当たり 300g 以下の高効率発電とすることを義務付けた。

中国製造 2025 には電力設備分野の重点目標として、大型で高効率の超クリーン石炭発電技術の実用化のほか、超大型水力発電ユニットの水車タービンやガス発電ユニットの高効率タービンなどの部品製造技術の国産化自主イノベーションの方向が示されている。また、原子力発電ユニットの圧力反応容器や高温超伝導電線など国産化イノベーションを支える基礎となる材料製造技術の向上なども盛り込まれている。

B) 進捗状況と成果

中国の総発電設備容量は 2016 年まで 11 年連続で年間の増加分が 1 億キロワットを超え、この間に全世界で毎年新規に導入された発電設備容量の半分以上を中国が占めた。中国の送配電用の変圧器設備の年間生産容量は 9 年連続で 10 億キロボルトアンペアを超え、220 キロボルト以上の高圧送電線の年間の生産量は 2016 年に初めて 60 万キロメートル以上に達した。中国の電力設備関連の生産規模は発電分野及び送配電分野ともに世界最大の規模となっている。2016 年末の総発電設備容量は 16 億 4,575 万キロワットで前年より 8.2% 増加した⁷³。

電力発展第 13 次 5 カ年計画で示した 2020 年の総発電設備容量 20 億キロワットに向けて着実に規模を拡大している。内訳は、火力発電が 10 億 5,388 万キロワット（対前年増加 5.3%）、水

⁷³ 中国製造 2025 藍皮书（2017） 国家制造强国建设战略咨询委员会

力発電が3億3,211万キロワット（同3.9%）、原子力発電が3,363万キロワット（同23.8%）、風力発電が1億4,868万キロワット（同13.2%）、太陽光発電が7,743万キロワット（同81.6%）となっている。2020年までにエネルギー消費に占める非化石エネルギー割合を15%以上に高める一方、石炭の割合を58%以下に引き下げる政府目標に沿って太陽光発電、風力発電、原子力発電の設備容量の伸びが大きく、石炭火力発電の増加率は低く抑えられている。この結果、2016年末の中国の総発電設備容量における非化石エネルギー発電率は35%に達した。

電力設備分野における技術開発の取組の進捗は、高効率クリーン石炭発電技術の分野では100万キロワット級超超臨界発電ユニットや60万キロワット級の二次再加熱方式による超超臨界発電ユニットの導入が進展している他、世界初となる60万キロワット級超超臨界循環流動床(CFB)発電ユニットの商業運転が開始するなど世界最先端レベルにある。

また、原子力発電では米国ウェスティングハウスから技術移転した加圧水型原子炉 AP1000 を独自改良した中国ブランドの原子力発電ユニット CAP1400 や中国企業による自主開発とされる第3世代加圧水型原子炉の華龍1号の実用化建設が着手されるなど中国は原子力発電設備の製造技術でも世界トップクラスとみられる。

電力送配電の技術分野では、国家電網を中心に進められている研究開発や実証プロジェクトにより特高圧送電技術が高められている。国土の広い中国では長距離送電を実現するため800キロボルト高圧送電網を整備してきたが、さらに高圧で大容量電力の送電を可能とする1100キロボルト特高圧送電技術が確立した。1000キロメートル当たりの電力損耗率は1.6%にまで低減させており、送電圧力、送電電力容量、送電距離の各指標において世界最高レベルの技術水準を実現している。

C) 今後の方向性と課題

中国の電力設備分野の発展の課題として、大型で高効率な発電設備や送変電設備を製造するために必要な基幹装置を構成する重要部品や重要材料の製造技術やノウハウが中国企業によって全て保有されているわけではなく、一部の部品や材料の調達を外国からの輸入に依存していることがある。重要部品の例としては、大型風力発電の風車のブレード部分の機材用の炭素繊維材料やナセル内部の駆動装置等を構成するベアリングや歯車等の精密加工部品、原子力発電ユニットを構成する基幹部品である原子炉圧力容器、蒸気発生器、主冷却ポンプ、燃料棒制御駆動装置、反応容器周辺の精密配管などの材料及び基幹装置、ガス発電ユニットを構成するガスタービンの燃焼室やガスタービンのブレードなど高温耐熱部品の材料技術や制御装置などがある。中国の主要な発電設備の国産化率は概ね90%以上に達したとされているが、各種の発電設備を構成する基幹部品の一部が中国国内で全て調達することが難しく、欧米や日本を含む外国企業からの調達を必要としている。

現在、中国は二桁の高度経済成長の時代を終えて中国政府が「新常态」と呼ぶ中成長の局面を迎えている。中国電力企業連合会によると中国国内の電力需要の伸びは2020年に3.5%程度に低下し、2030年までには2%程度に低下すると予測している。国内の電力消費量の伸びの鈍化が見込まれる中で、中国の電力設備業界は今後の発展の方向性として海外の電力インフラ市場への展開戦略を進めている。中国政府は国家戦略として「一带一路」沿線国を中心としたインフラ整備のイニシアチブ政策を進めている。日本国内の電力需要の伸びが見込まれず、電力インフラの新規投資ニーズが期待しにくい状況と同じ事業環境となること中国でも予想されており、中国

の電力設備業界としても海外の電力インフラ市場へのビジネス展開を進めていくことが課題となっている。国有企業である国家电网や大手発電企業などを中心に、すでに海外の電力インフラ事業に多くの実績をつくっているが、電力設備を供給する民営企業などは海外ビジネスに不慣れた企業も多いと考えられることから、日本企業を含めた海外企業との連携や協業を希望するニーズが存在する可能性があるものと考えられる。

2) 国家イノベーションセンターの概要

A) 当該分野の国家イノベーションセンターの活動状況

電力分野に関連する国家イノベーションセンターとして、動力電池イノベーションセンターを取り上げる。動力電池イノベーションセンターは、「中国製造 2025」の政策方針にもとづき工業和信息化部が所管して 2016 年 8 月に開設された。動力電池関連業界に共通の技術課題の解決を提供するための研究開発プラットフォームであり、技術人材、開発資金等の資源を集積させて研究開発を加速し、中国の動力電池技術のイノベーションを起こすことを目的とする。

中国政府は 2020 年にプラグインハイブリッド自動車 (PHV) 及び純電気自動車 (EV) が普及段階に入ると予測しており、2020 年にそれらの新エネルギー自動車の生産台数 200 万台と保有台数 500 万台の目標と達成して世界一の新エネルギー自動車大国となるために、その基幹技術となる電池製造技術を高めることが動力電池イノベーションセンターの任務とされている⁷⁴。

B) 進捗状況と成果

動力電池イノベーションセンターはオフィシャルなウェブサイトを開設しておらず、取組の進捗状況や成果についてはほとんど情報公開が行われていない。現地報道によると 2018 年 12 月 7 日に同イノベーションセンターが 2018 年度専門家報告会を実施し、清華大学、北京大学、武漢大学、華南科技大学、ハルビン工業大学、中国科学院のほか動力電池業界の著名な専門家など約 100 名を招集して 2018 年度の業務報告会を実施している。同報告の中で、動力電池の重要材料の技術の進展状況や今後の技術開発ロードマップ、動力電池の設計や充電・消耗のシミュレーションモデル、発熱制御技術などに関するハイレベルな技術成果報告がなされたと伝えている⁷⁵。専門家報告会の後で、動力電池イノベーションセンター内の電池システムの試作生産ラインや電池の性能検査分析センターの視察が実施されたとのことであるが詳細は明らかにされていない。

C) 今後の方向性と課題

現地 EV 関連業界メディアによると、2021 年までに 20 億元を追加投資して、動力電池の設計開発、性能試験及び実証能力の施設増強しプラットフォーム機能の強化を図る。また別途に 30 億元をリチウムイオン電池の製造技術のグレードアップに投入して、2020 年を目途に重量 1 キログラム当たり 300 ワット毎時 (Wh/kg) 以上の重量エネルギー密度をもつリチウムイオン電池

⁷⁴ 国家动力电池创新中心成立 2016 年 7 月 2 日、新華社ニュース
<http://energy.people.com.cn/n1/2016/0702/c71661-28518406.html>

⁷⁵ 国家动力电池创新中心举办 2018 年度专家报告会 2018 年 12 月 10 日、国联汽车动力电池研究院
<http://www.glabat.com/article/content/view?id=142>

の量産技術の確立を目指すとしている⁷⁶。なお、日本の車載用動力電池の開発目標は 2020 年代に重量 1 キログラム当たり 250 ワット毎時 (Wh/kg) とされており開発目標は中国が日本を凌駕している⁷⁷。

他方で現地報道の一部からは、中国の業界から政府主導の動力電池イノベーションセンターの研究開発プラットフォームとしての効果に対して疑問の声もある。製品の安全性に関する基準等であれば国家が強制的な基準を制定することは合理的だが、次世代エネルギー自動車の動力電池開発のような先進的研究開発はそれぞれの企業が市場の競争環境の中で独自に主体的に行うべきであり、国家主導の計画経済的な発想での技術イノベーションは効果的ではないのではないかと、という考えが中国の業界内にある。トヨタがリチウムイオン電池の供給で協業を発表した中国大手電池メーカーの寧徳時代新能源科技 (CATL) や比亞迪 (BYD) の方が、動力電池イノベーションセンターよりも同分野の研究開発の経験が長く、実力が上であり、先端技術開発のプラットフォームとしての存在意義に疑問の声があると指摘されているようである⁷⁸。

3.3.2 中国企業の技術レベルと動向

1) まとめ

電力設備分野の中国企業の最新技術レベルの動向に関して、主要な電源ごとの発電技術及び送配電技術について現在の技術レベルと今後の技術開発の動向を以下に述べる⁷⁹。

A) 石炭火力発電

高効率クリーン石炭発電技術の分野では 100 万キロワット級超超臨界発電ユニットや 60 万キロワット級の二次再加熱方式による超超臨界発電ユニットの導入が進展している他、世界初となる 60 万キロワット級超超臨界循環流動床 (CFB) 発電ユニットの商業運転が開始するなど世界最先端レベルにある。上海電気、東方電気、ハルビン電気が中国の 3 大重電製造企業といわれ、いずれも中国政府の国有資産監督管理委員会の管理下にある主要な中央国有企業である。

現地のエネルギー専門メディアである中国能源報の電力分野専門家によると、10 億キロワットを超える世界一の発電容量を保有する中国は、その 6 割を石炭火力で発電している。最近 15 年ほどで超超臨界 100 万キロワット級の火力発電所のニーズが存在したのは実質的に中国だけであり、中国政府が大気汚染等の環境対策のために小規模な発電効率の低い技術的に立ち遅れた火力の淘汰を強力に進めてきたため大型発電所の建設が進み、高効率クリーン石炭火力発電設備技術は中国が世界トップクラスとなった。

⁷⁶ 国家动力电池创新中心介绍 电车资源 2016 年 8 月 9 日

<http://www.evpartner.com/news/68/detail-21466.html>

⁷⁷ 「車載用蓄電池分野の技術戦略策定に向けて」 NEDO 2015 年 10 月

<https://www.nedo.go.jp/content/100763660.pdf>

⁷⁸ 国家动力电池创新中心在疑慮中前行 OFweek 光电新闻网 2016 年 8 月 9 日

<http://www.evpartner.com/news/68/detail-21466.html>

⁷⁹ 「中国製造 2025 重点領域技術創新綠皮書」中国電子工業出版社編

現在、中国企業の100万キロワット級燃焼温度600℃クラスの超超臨界発電ユニットの発電効率は45%に達しているといわれ、中国企業が独自開発による燃焼温度620℃クラスの超超臨界二次再加熱発電ユニットの発電効率は48%に達するということである。

中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップによると、2020年までのクリーン石炭発電技術の開発目標として、100万キロワット級超超臨界二次再加熱発電ユニットの燃焼温度を630℃クラスにグレードアップさせ発電効率を50%に到達させるとしている。また、2025年までにIGCC発電技術の実用化を目指すとして、25万キロワット級IGCC発電ユニットの実証モデルプラントの建設にすでに着手している。IGCC(Integrated coal Gasification Combined Cycle)は石炭ガス化複合発電と呼ばれる石炭をガス化して燃焼させる最先端の高効率発電技術である。中国企業の石炭火力発電の設備製造技術はすでに世界の最高水準レベルに達しているといえる。

B) 風力発電

2018年の風力発電設備メーカーの世界シェア上位10社は上位から、ベスタス(デンマーク)、金風科技(中国)、GE(米)、シーメンスガメサ(ドイツ・スペイン)、遠景能源(中国)、エネルギーコン(ドイツ)、明陽智能(中国)、ノルディックス(ドイツ)、聯合電力(中国)、運達風電(中国)となっており、中国の風力発電設備メーカーが5社入っている⁸⁰。

風力発電設備は大型化が進み出力容量5MW以上の風車設備が主力となっており、中国の風力発電設備のトップメーカーである金風科技は6MW級までラインアップしている。中国の風力発電市場は2005年頃から急速な発展期に入り2011年頃まで続いた。風力発電設備メーカー数も約40社あったが激しい競争により現在は20社ほどに半減し、上位5社で国内シェアの7割を占める程度まで主力企業の集約化が進み、風力発電設備の製造技術は成熟期に入りつつある。中国の風力発電設備メーカーの国産化率は90%以上とされているが、一部の重要部品は外国からの輸入品で調達されている。ナセル、ギヤ、ベアリング、ナット、センサ、ケーブルなどの高品位仕様の部品で輸入先は欧州企業からが多い。

陸上風力発電は風況の良い立地が世界的に限られてきているため、これからは洋上風力発電が主力となりつつあり、風車設備の大型化がさらに進む方向である。洋上風力発電の技術はベスタスやシーメンスガメサなどの欧州企業が優勢であり、部品の設計ノウハウや運転制御ソフトウェアのノウハウが優れており中国企業は欧州から学んでいる。

中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップによると、2020年までに8MW級大型風力発電ユニットの商用化を普及させ、2025年を目標として10MW級大型洋上風力ユニットの開発が進行中である。中国の風力発電設備メーカーも洋上風力向けの風車製造技術の独自開発に力を入れており、中国国内でも上海東海大橋プロジェクトなどの洋上風力発電モデルプロジェクトが実施されている。

C) 太陽光発電

2018年末までの中国国内の太陽光発電の累計発電設備容量は175ギガワットに達し、電力発展第13次5カ年計画に示された2020年時点の累計設備容量の導入目標である105ギガワットを

⁸⁰ 日本風力発電協会ウェブサイト <http://log.jwpa.jp/content/0000289679.html>

すでに大きく超えるまでに発展している。2018年のパネルメーカーの世界上位10社はJinko(中国)、Longi(中国)、Canadian(中国)、JA(中国)、Trina(中国)、Tongwei(中国)、UREC(台湾)、Hanwha Q-cells(韓国)、Suntech(中国)、Aiko(中国)となっており、8社を中国勢が占めている⁸¹。太陽光発電モジュールの中国企業のシェアは約75%と圧倒的で、中国企業の製品の技術力は世界市場で高く評価されているといえる。2018年時点の中国企業の単結晶セルと単結晶PERCセルの発電効率はそれぞれ19.2%、21.8%で、世界最高水準となっている。PERC(Passivated Emitter and Rear Cell)方式は従来の太陽光パネルが太陽光をそのまま電気に変換したのに対して、セル内に形成したパッシベーション膜に反射させることで発電量を増やす技術である。

中国のモジュールメーカー各社とも海外市場への輸出や発電所建設プロジェクトに積極的に取り組んでいる。米国、インド、日本、欧州の他、世界には1ギガワット以上の市場が15か国程度あり、アジア、中東、アフリカ、南米などの新興国市場への輸出や中国企業による太陽光発電所建設プロジェクトも増加している。太陽光発電技術はすでに成熟化しており、発電効率の大幅な向上は難しい。中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップは、再生可能エネルギー発電電力設備の太陽光エネルギー利用技術として太陽光発電ではなく、太陽光を太陽炉で集光して汽力発電やスターリングエンジンの熱源として利用する発電方法である太陽熱発電を技術開発のターゲットとしており、2020年までに発電容量150メガワット級の太陽熱発電技術を実用化することを掲げている。

中国の太陽光パネルメーカーは、原料シリコンの製造、ウェハー製造、セル製造、モジュール組立てと太陽光パネル製造のサプライチェーン全体を自社グループで垂直統合することでコストの低減を図ってきた。また、江蘇省や浙江省を中心として太陽光発電産業の集積地を形成したことも中国企業の開発コストを低下させた要因と考えられる。中国の太陽光発電のFIT(固定価格買取)制度は2013年から導入されたが、太陽光発電設備の急速なコスト低下により補助金がなくても石炭火力発電と同等レベルのコストとなるいわゆるグリッド・パリティを達成しつつあり、市場競争優位性の原則によって太陽光発電が普及する段階に入っている。

D) 水力発電

2018年の中国の水力発電設備容量は約3億5,000万キロワット、年間発電量は約1兆2,000億キロワット時でいずれも世界最大の規模である⁸²。2018年末現在、中国国内に発電設備容量が5万キロワット以上の大型水力発電所は約640カ所建設されており、中国企業が参加する建設中もしくは竣工した海外の水力発電プロジェクトは約320カ所で合計設備容量は8,100万キロワットに達する。

世界最大のダムである長江上流の三峡ダムは年間流出量が約4,500億立方メートルに達し、日本の年間の河川総流出量に相当するほどの規模である。三峡ダムの堤高は185メートルで中国企業の水力発電所の建設土木技術は堤高200メートル級までがすでに完成している。中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップは、2020年を目途に落差200メートルの放流に対応する1,000メガワット級水力発電タービンを開発しユニット発電効率を96%とすることや揚

⁸¹ 日経 XTEC <https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/column/15/286991/051000108/?P=2> (2019年6月30日アクセス)

⁸² 中国網 http://japanese.china.org.cn/business/txt/2019-01/10/content_74360144.htm (2019年6月30日アクセス)

水発電設備に関して落差700メートルに対応する400メガワット級揚水発電設備の製造技術を確立することなどを挙げている。

さらに2030年までの開発目標として、落差800メートルに対応する1,000メガワット級水力発電タービン及び落差2,000メートルに対応する1,000メガワット級揚水発電設備を開発することを掲げている。これらの技術開発は大型の可変速式揚水発電装置や可変速式揚水ポンプの調達または独自開発をクリアすることが課題である。

E) 原子力発電

中国の原子力発電設備は2018年末までに39基が商用運転を開始しており、合計発電設備容量は4,463万6,000キロワットに達し、運転中の発電設備容量で日本を抜き、米国とフランスに次ぐ世界3位となった。米国ウェスティングハウスから技術移転した加圧水型原子炉AP1000を独自改良した中国ブランドの原子力発電ユニットCAP1400や中国企業による自主開発とされる第3世代加圧水型原子炉の華龍1号の実用化建設が着手されるなど中国は原子力発電設備の製造技術でも世界トップクラスである。

出力容量1,000メガワット級及び1,500メガワット級の第3世代加圧水型原子炉は中国企業の自主開発により設計、製造することが可能であり、部品や材料等の国産化率は90%以上に達している。原子炉圧力容器、蒸気発生器、主冷却ポンプ、燃料棒制御駆動装置、反応容器配管など基幹部品の調達で外国からの輸入製品が多く使われており、材料や素材の研究開発を含めた高品位の精密加工部品の自主技術化が課題である。

中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップは、原子力発電分野の技術開発目標として、2020年までに第4世代原子炉となる200メガワット級高温ガス冷却原子炉及び600メガワット級ナトリウム冷却原子炉の実用化を目指すこととしている。200メガワット高温ガス冷却原子炉の実証プラントはすでに建設中で2019年に実証実験が開始予定となっている。また、2025年までに第3世代加圧水型原子炉を2,000メガワット級へスケールアップする技術開発を完了する目標を立てている。

F) ガス発電

中国政府は大気汚染等の環境対策やCO₂排出削減を進めることを念頭に、国内の一次エネルギー消費に占める石炭の利用を抑制するため、天然ガスの割合を2020年までに10%、2030年までに15%まで高める目標を置いている。ロシアや中央アジア、ミャンマーの各方面からの天然ガスパイプライン及び東部沿海部のLNG輸入受入ステーションのインフラ条件が整った地域から優先的に天然ガスを利用した熱電コージェネレーション型ガス発電の秩序ある発展を促進させる政策方針である。天然ガス発電の利用推進の主要な分野は天然ガス分散型エネルギー利用の拡大とピーク調整電源としての天然ガス発電の利用拡大とされている。

中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップは、2020年までの大型ガス発電設備分野の技術開発目標として、分散型の熱電コージェネレーション型ガス発電用の50メガワットから80メガワット級のガスタービン発電機の製造技術の研究開発を進めて電気と熱の総合エネルギー効率を45%に到達させる目標を示している。さらに、2025年までの目標として、300メガワット級のF形ガスタービン発電機の製造技術を開発して総合エネルギー効率を58%に到達させることとしている。F形ガスタービンは装置の入口でのガス温度が1400℃の高温で運転さ

れる高効率ガスタービンである。東方電気やハルビン電気などの中国企業はF形ガスタービンの製造技術が完成しておらず、大型ガスタービンの燃焼室やブレードなど高温耐熱部品の材料開発や運転制御装置の製造技術の研究開発が課題である。

G) 送配電技術

中国は国土が広く石炭などのエネルギー産地や水力発電の電源となる大型ダムと主な電力消費地となる都市部が離れているため、中国西部地区で発電した電力を東部地区の大都市へ送電する「西電送東」政策にもとづいて特高圧大容量送電による長距離送電の技術を高めてきた。早期に800キロボルト高圧送電網の整備を進め、さらに高圧で大容量電力の送電を可能とする1100キロボルト特高圧送電技術を確立させている。1,000キロメートル当たりの電力損耗率は1.6%にまで低減させており、送電圧力、送電電力容量、送電距離の各指標において世界最高レベルの技術水準を実現している。

送配電技術分野の専門家である清華大学電機工学技術研究所の袁建生教授によると、中国国内の変電設備は20年前であれば電圧切替え装置やスイッチ部品など中国製は故障が多かったが、現在では中国製設備の品質向上が進んだ結果、基本的に国産化率100%を達成している。個別のニーズや条件によって外国製を調達することもあるが、ABB、シーメンス、GEが多く、日本製の変電設備が特に優位性をもっているとは言えないとの意見であった。国家電網はこれまでにフィリピン、エチオピア、ラオス、パキスタンなど海外での送電網インフラ建設プロジェクトを多く実施しており、様々な環境や技術ニーズに対応する送配電設備を建設し運営管理する経験とノウハウを保有しており、国家電網のグリッド管理技術は日本企業の技術よりも優位性があると考えられる。

中国でも近年、発電出力が不安定な風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーの系統電力への接続割合が急速に増加し、より高度なグリッド管理技術が必要となった。国家電網はICT技術を活用した智能電網（スマートグリッド）技術でも世界先進水準にある。今後も増大が見込まれる再生可能エネルギーの逆流送電や分散型発電からの系統電力網への接続電力にグリッドを対応させるために大容量蓄電技術が重要となる。蓄電池技術は中国が遅れている分野であるが、動力電池イノベーションセンターは新エネルギー自動車向け蓄電池を主眼としており、送配電分野に蓄電技術を活用する技術開発は当面はそれほど重視されていないようである。

表 3.3.1 電力設備分野の日中企業の技術力の動向比較

分野	中国の技術レベル	日本の技術レベル	日中競合・協働の可能性
石炭火力発電	実用普及、商業運転段階： 100万kW級600℃超超臨界発電ユニット 発電効率45% 60万kW、100万kW級620℃超超臨界二次再加熱発電ユニット 発電効率48% 2020年まで目標： 100万kW級630℃超超臨界二次再加熱発電ユニット 発電効率50% 2025年まで目標： 25万kW IGCC 発電ユニット モデル実証プラント建設中	実用普及、商業運転段階： 41% 開発段階： 先進超々臨界圧火力発電 700℃級（A-USC） 発電効率：46% 実証試験中： ICGG1500℃級 発電効率 46～48% IGFC（酸素吹石炭ガス化燃料電池複合発電） 発電効率55%	中国が技術力を付け、日中ともに発電効率で世界最高レベルにある。発電ユニットの製造コストの面では中国企業が優位であり、第三国市場では日本企業の競合となる。

風力発電	6MW までの大型風力発電ユニットがすでに商用化 2020 年までに 8MW 級大型風力発電ユニットの商用化 2025 年目標に 10MW 級大型洋上風力ユニットの開発が進行中	大型風力発電ユニット製造から日本企業は撤退済み	大型風力発電の風車ブレード向けの炭素繊維材料やナセル内部の駆動装置等の精密部品に日本の優位性あり
太陽光発電	2018 年：単結晶セル発電効率 19.2% 単結晶 PERC セル発電効率 21.8% 2020 年代の技術開発目標： 集熱塔型太陽熱発電（50～150MW） 溶融塩吸熱器及び蒸気発電機技術	パナソニック HIT(ヘテロ接合型)、シャープ IBC(バックコンタクト型)など独自技術もあるも世界で主流の単結晶 PERC 方式の生産メーカーがない	発電効率やモジュール製品の品質では遜色なく、価格競争力は中国企業が強く、第三国市場では強力な競合となる。
水力発電	堤高 200m 級ダム完成 三峡ダム堤高 185m 落差 200m 級-1000MW、水力発電タービン、ユニット効率 96% 落差 700m 級-400MW 揚水発電 2030 年目標： 落差 800m 級-1000MW、水力発電タービン 落差 2000m 級-1000MW 揚水発電	同等技術を先行完成 関西電力黒部ダム 堤高 185m 水力発電タービン効率は同等 東京電力葛野川発電所 落差 700m、400MW	中国は大型の可変速式揚水発電装置や可変速式揚水ポンプの調達または技術開発ニーズがあるが、日本企業が製造実績がない大規模設備であり、コスト競争力を含め中国企業が優位。
原子力発電	基本完成： CAP1400 及び華龍 1 号第 3 世代 加圧水型原子炉（PWR） 研究開発： 200MW 高温ガス冷却原子炉実証プラント建設中（2019 年実証開始予定）	加圧水型原子炉（PWR）と沸騰水型原子炉（BWR）の両方の炉型の原子炉製造技術を保有 研究開発： 高温ガス冷却原子炉の開発 9MW 試験運転（2010 年）	次世代炉の研究開発では中国が先行するも、原子炉圧力容器、蒸気発生器、主冷却ポンプ、燃料棒制御駆動装置、反応器配管など基幹部品の製造技術に日本に優位性がある。
ガス発電	2020 年まで目標： 50MW～80MW ガスタービン発電機 総合効率 45% 2025 年まで目標： 300MW F 級ガスタービン発電機 総合効率 58%	実用商用化済 380MW F 級 ガスタービン発電機 総合効率 62% J 級ガスタービン発電機 総合効率 64%	大型ガスタービンの燃焼室、ブレードなど高温部品の材料技術や装置制御装置の製造技術に日本に優位性がある。
送配電	「一帯一路」発展戦略の重点分野として海外送電インフラ建設を実施。 2020 年まで目標： 特高圧交流変圧器（1000～1500MVA） 特高圧直流変圧器（200～620MVA） 電流変換バルブ、モニタリング設備 2025 年まで目標： スマート変圧器、スイッチ設備	中国ほどの長距離、大容量送電技術ニーズはないが、2030 年に向け洋上風力次世代洋上直流送電技術開発の取組（NEDO） 変圧器用の絶縁板、絶縁油バルブ、耐熱樹脂、送電設備の軽量超伝導合金、電磁鋼板など材料製造技術で世界先端	中国国家電網を核としてアジア、アフリカ、中南米など海外送電網インフラ事業の実績面で中国が先行。中国は特高圧大容量、長距離送電の技術に優位性があるが、日本の変電設備の納入などで協働の可能性あり。

出所：中国製造 2025 重点領域技術創新緑皮書、中国製造 2025 藍皮書他より調査団整理作成

2) 代表的中国企業の事例

A) ハルビン電気

ハルビン電気は黒竜江省ハルビン市に本社を置く中国を代表する重電メーカーのひとつである。電力設備を主力として中国の大型設備製造分野をリードしてきた国有企業であり、原子力、

水力、石炭火力、ガス火力などの大型発電設備の製造のほか、船舶用エンジンや大型動力モーター等も製造する。フルターンキーベースでの発電所建設プロジェクト EPC 事業も手掛けるとともに、電力設備製造技術の分野において世界先端レベルの実力を有する中国有数の設備製造企業である。ハルビン電気（北京）の蒸気発電事業部に所属する A 氏にインタビューを行った。

今から 20 年ぐらい前の 2000 年頃まで日本から中国への技術移転が盛んに行われた時期があり、ハルビン電気も日本の発電技術から多くを学んだ。当時、中国政府の調整によりハルビン電気と東芝、東方電気と日立、上海電気とシーメンスの 3 つの協力関係が進められた。ハルビン電気と東芝の技術交流は 2005 年頃から中国の自主技術開発が徐々に主力となっていき日中協力は少なくなった。ハルビン電気と東芝の大型ガス発電の技術移転は順調に進められたが、中国の顧客には日本とは異なるニーズがあり中国の納入先から技術的な改善要求が出されたとき、日本国内でそのような事例がなく設備改修の必要はないと判断され、ハルビン電気中国顧客に対応するケースが多々あった。そのような経緯もあって次第に中国側で自主開発を強化する方向となり日中協力は少なくなった。日本と中国の 3 組の協力のうち上海電気とシーメンスの協力が最も成功したと考えており、その要因はシーメンスが中国のニーズに合わせた技術移転を重視したためとの考えを示した。

現在は石炭火力の高効率クリーン発電ユニットの技術はシーメンスや GE など欧米企業が日本よりも進んでおり、ハルビン電気が学んでいるのも欧米の技術が中心とのことであった。日本メーカーは石炭火力発電設備の開発の取組は消極的とみている。中国は 60 メガワット級超臨界、100 メガワット級超超臨界発電ユニットの製造技術は発電効率などの指標ですでに世界最高水準に達している。部品調達も基本的に国内自主化率 100% でありハルビン電気の要求に応じて電力設備機器の開発を行う中国サプライヤー企業も技術力をつけている。外国製を調達する一部の部品は精密配管や鉄鋼材料などであり、欧州や日本企業からも購入している。

中国政府の方針で石炭火力発電は徐々に減っており、汽力発電ではガス発電設備を増加させる計画である。ガス発電の熱電併給コージェネレーション技術はシーメンス、GE、三菱が優れていると認識している。しかし、ハルビン電気はガス発電の分野で三菱との協力がなくて日本の技術にどれほどの優位性があるか分からない。今のところ日本企業との協力は考えておらず独自技術開発で行く方針である。

B) 東方電気

東方電気は中国国内及び海外で日立、三菱、富士電機や丸紅、伊藤忠など多くの日本企業と長年にわたる業務協力関係をもってきた。2018 年 10 月の日中第三国インフラ協力フォーラムでは日立と電力分野での協力 MOU を結んだ。東方電気と日立はこれまでも多くのプロジェクトで相互に協力してきた実績があり良好な協力関係にある。また、東方電気は三菱日立パワーシステムズ (MHPS) と新たに最新式 J 形高温型高効率ガスタービンの日本の技術を採用しての四川省のガス発電モデルプロジェクトで協力する MOU を結んだ。

インタビューを行った東方電気集団に所属する B 氏は、発電設備の分野で中国がすでに日本を追い越したという意見には同意しないとの考えである。確かに、中国の発電設備製造技術は急速に発展したが、日本に学ぶべきところは依然として多く、東方電気は過去に日本から学んだが、現在も将来も日本から学び続けるとの考え方が示された。技術やプロジェクト実施方法については日中それぞれで長所、短所があり、たとえば、エレベーター製造では中国は 50 階以上の高層

向けが得意だが、10 階以下の低層向けは日本の製品の方が効率が良いなど得意分野が異なる。全体的に日本の技術は省エネや発電効率向上技術の精度が高いところが優れており、中国は低コストで製造することができるのが強みである。

海外では石炭火力発電が求められる国もまだ多く、ガス資源が豊富な地域ではガス発電案件が増えている。日立三菱は発電設備以外にも優れた変電設備技術など保有しており海外プロジェクトの個々のニーズに対応していくために東方電気としては日本の設備や技術が必要である。ただし、石炭火力発電については中国の超超臨界技術などのクリーン石炭発電技術はすでに高度に成熟しており日本企業との協力の余地は大きくない。

中国は国内市場が大きいので生産規模が大きくコストダウンができる。中国も人件費や材料コストが上昇してきている。最近ではインド企業からの調達を検討するケースもあるが、性能や品質面でまだ不安がある。東方電気とMHPSの四川省ガス発電モデルプロジェクトでのMOUのように、日本の先進設備の技術移転を受けて東方電気の中国工場で生産することがコスト競争力を出すために日中双方にメリットがある。

原発輸出は高速鉄道と並んで一帯一路構想の輸出戦略として中国も力を入れている。ただし、原子力はビジネスというより政治の要素が強いので、東方電気として日本との第三国での協力を論じることは難しい。日本が撤退したトルコ原発案件はロシアが引き継いだが多分に政府間の政治的判断が影響するので、政府のバックアップがないとリスクの大きい事業である。

東方電気と日本企業の協力として、東方電気が製造するプラント向けの部品や材料を日本企業から調達する形の協力は行われている。現在でも原発プラント用の特殊鋼や冷却ポンプ、安全バルブなど日本製品の調達がある。

現在、MHPS とドバイの天然ガス発電プロジェクトが進行中であり、パプアニューギニアでの天然ガス発電の計画もある。東方電気は海外発電プロジェクトのEPCを積極的に行っているため、日本の優れた設備を導入していく考えである。設備調達だけでなく製造技術の指導を受け技術ライセンス料を払って東方電気の工場生産する方法での協力もある。

これからの協力のあり方として、日本にはプロジェクトファイナンスの資金面で協力して欲しいとの意見があった。第三国の開発途上国は資金力がないので、電力インフラ整備は資金面の課題が大きい。JBIC や民間銀行も日本の設備が納入される案件でないと融資しないと理解しているが、中国と日本の設備が 50%ずつの場合には前向きに融資するなど金融面での協働が今後強化されることが望ましいとの考えが示された。

日中の第三国インフラ整備協力はビジネスマターである。海外市場を獲得したい事情は日中双方とも同じである。東方電気ではガス発電の海外プロジェクトが増えており、三菱のガスタービン、熱回収コンバインドシステム、ボイラー等を導入しようとしている。東方電気が海外電力プロジェクトのEPCをやり日本の設備を調達するなどwin-winとなる方法はいろいろあると考えている。

C) C 工程有限公司

C 工程有限公司は中国の大手セメント製造企業と日本企業の合弁会社で、事業内容はセメント排熱発電設備を主とする環境対策・省エネルギー設備、セメント製造に関連する設備のエンジニ

アリング、建設工事管理、技術サービス等である。出資比率は日本側 49%、中国側 51%となっている。1996 年に日本政府のエネルギー技術実証事業で日中協同プロジェクトを実施し、その実績を基礎として 2006 年に中日合資会社として C 工程有限公司が設立された。中国市場でのセメント余熱発電市場のシェア 25%とトップレベルの実績を有している。中日合資会社である C 工程有限公司からタイ、ベトナム、パキスタン、ブラジル、ミャンマー等の第三国市場向けにセメント余熱発電プラントの輸出納入実績があり、今後は中国内でニーズが高まっている都市ごみ焼却施設向けの排熱発電設備に力を入れる方針である。また将来的にはごみ焼却排熱発電設備についてもアセアン等の市場へ展開を狙っていく考えである。

C 工程有限公司の D 氏にインタビューを実施した。合弁パートナーである中国企業の技術力をどうみているかについて、排熱回収余熱発電設備の製造技術は 2006 年から日本企業の技術移転を開始したが現在では中国側の製造技術は向上し、工業余熱発電設備の製造能力は基本的に日本と遜色ないレベルとなったとのことである。ただし、品質管理を含めた製造技術ではまだ雑なところがあり、日本の工場と比較すると不良発生率がやや高く、曲げ配管の肉厚が規定の厚みがない不良のケースなど細かい技術による仕上げが甘いところがある。

一般に、ものづくりに対する要求レベルが日本国内市場は 100 で、仮に中国市場が 90 とすると、90 を 95 に引き上げる労力・コストと 95 を 100 に近づけるそれを比較すると後者のコストが大きい。95 でコストを抑えて早く納入することを良しとするか、手間・時間・コストをかけて 100 を突き詰めるかというところで、ものづくりに対するユーザとメーカーの両方を含めた日中の考え方の違いがある。ビジネスとして中国顧客の期待レベルに応えることで良しと考えるならばコストを抑えて 95 で早く納入する中国製が合理的といえ、これは第三国の発展途上国の市場ニーズについても同様のことが言える。同社では排煙脱硝設備も扱っているが、最近では中国製のアンモニア触媒脱硝装置が安価で売られており、顧客が自分で装置を調達して取り付けるケースもある。排煙環境対策装置も中国製が価格を含めた優位性がある状況である。

中国企業の低コストの源泉として、中国の件費は上昇しているが日本国内で製造することに比較すれば、まだ優位性がある。外注部品や材料の調達コストも安い。その一方で中国のローカルサプライヤーの品質は向上している。物流を含む管理コスト全般の安さも中国で生産するメリットがある。設備製造の納期について中国企業は日本企業の半分程度の納期で製作することができる。品質に差は出るが、低価格を含めてユーザのニーズを満たしていればビジネスとしては競争に勝つことができる。中国市場であれ、日中協働による第三国市場であれ、当該市場の顧客の要求レベルを見極めてコストを含めたビジネスのあり方を検討することが重要であるとの考え方が日中合資企業の現地法人の経営者の立場から示された。

D) E 動力装備

E 動力装備は 2003 年 7 月創業、従業員 300 人規模の発電設備製造のサプライヤー企業である。原子力発電所の圧力容器の部品、超音波清浄装置、点検設備など製造し、中国核集団、国家核電技術有限公司、中国核電建設集団等へ継続的に納入している。火力発電設備ではハルビン電気の指定サプライヤーとなっている。タービンの潤滑系統設備など部品や設備を継続的に納入している。また、日立とアルストムの指定サプライヤーにもなっており、循環冷却システム配管、風力発電用変圧器、ボイラー設備のモジュールを製作、納入している。その他、東芝向けに横浜火力発電所の海水循環系統配管や、三菱（現在は HMPS）向けに火力発電用タービン、変圧器のモジュール

ルなどを供給した実績があり、中国と日本の両方の重電メーカーへ納品実績を有するサプライヤー中国企業である。同社のF 董事長にインタビューを行った。

発電設備製造技術の日中の優位性について尋ねたところ、ハルビン電気などの国有企業と比べると納入設備に対する検収の厳しさは比較にならないほど日本企業の要求基準は厳しいとのことであった。日本企業の品質、納期に対する要求は非常に高く日本から技術者が出張ベースで同社の工場へ工程進捗のチェックに頻繁に足を運び、中国の重電メーカーよりも格段に品質や工程管理のチェックが厳しい。

同社が所在する浙江省海塩県で製作した設備は、船で日本やベトナム、インドネシア等の現場へ輸出される。日本の横浜火力発電所向けの設備も同様であった。日本の重電企業は日本国内のプロジェクトであっても、中国サプライヤーに発注して輸入する方がコストメリットがあるためである。設備製造コストの面で中国サプライヤー企業に明らかに優位性があるといえる。したがって、日本の大手重電企業のサプライヤーとしての中小企業の立場からみると中国サプライヤー企業は競合の側面が強いと考えられる。同社のように、すでに長期間、日立三菱や東芝など日本企業のサプライヤーとして取引し、品質や工程管理の指導を受けて設備製造技術が向上している中国の中小中堅企業は、コスト面を考えれば今後の海外インフラプロジェクト案件でも競合の側面が強くなるといえる。

E 動力装備は、発電設備の製造を行うにあたり特殊鋼材など一部の部品や材料を日本から調達している。ここでも、日本の電力設備分野の材料製造技術の優位性が確認された。発電設備分野での日中協力の可能性については、10 年前であれば日本の技術を導入するために弁会社をつくることも考えられたが、現在は日本企業のサプライヤーとしての経験を通じて日本のサプライヤー中小企業に技術力は追いついてきているので、合弁会社を投資して始めることは考えにくいとの考えである。むしろ、日本人の匠とされるような技術者を受け入れて、社内の製造技術や品質管理の向上を図りたく、そのような人材レベルでの日中協力が望ましいとの考えである。たとえば、日本企業を定年退職したが能力を生かしたいと考えているシニア層の技術者が日本で活躍の場がないのであれば、ぜひ中国企業に来て技術を活かして欲しいとのニーズが強い。日本の設備製造の品質管理は優れているので中国で働く意欲がある経験豊富な日本人技術者を紹介してもらいたいと要望された。

さらに博風動力でもハルビン電気や中国核集団など国有企業の一帯一路展開に伴う海外輸出の増加に期待しているとのことである。中国も日本と同じで国内の発電所新設は峠を越したので海外案件に取り組む必要性があると考えている。

3.3.3 日中企業の競合・協働の可能性

1) 日中企業の技術レベルの比較

A) 石炭火力発電

高効率クリーン石炭発電技術の分野では超超臨界発電ユニットや超超臨界循環流動床(CFB) 発電ユニットの商業運転が開始するなど中国はすでに世界最先端レベルにある。超超臨界発電技術はもともと欧州企業と日本企業が先行開発したハイテク技術であったが現在では中国がほぼ

キャッチアップし、発電ユニットの生産台数や発電所現場への据付実績の件数など量的な側面では中国が日本を実績で凌駕したといえる。

日本の技術レベルも超超臨界発電ユニットが商業稼働しており、開発段階の技術として燃焼温度 700℃超級の次世代超超臨界圧プラントである先進超超臨界圧火力発電（A-USC：Advanced-Ultra Super Critical）の実証が始まっており発電効率 46%に達する。また、発電効率 46～48%の燃焼温度 500℃級 ICGG や発電効率 55%を目指す IGFC（酸素吹石炭ガス化燃料電池複合発電）などの次世代先端技術の実証試験が進められている。しかしながら、中国も再加熱方式の超超臨界発電プラントなど独自改良を行う技術も蓄積されており、日本の電力専門家からも高効率クリーン石炭発電技術の分野の技術力は日中で拮抗レベルか中国が凌駕する段階に達しているとの見方が多い。

B) 風力発電

大型風力発電は三菱、日立が撤退して日本には大型風力設備メーカーがなくなったため風車発電設備の完成品メーカーとしては比較対象の企業が存在しなくなった。日立はドイツのエネルコンと組んで保守運営や蓄電池を使った風力発電の次世代サービスのビジネスへ移行し、三菱重工は世界トップのベスタスと洋上風力発電事業に特化した合弁会社を設立している。大型風車 1 基あたりの部品は 1 万点近くもあり、回転駆動部、ギヤ、ブレード、電気機器、制御装置、運転管理ソフトウェアなどが総合した大型設備であって、数多くのサプライヤーに支えられる産業であるという特徴がある。このため、完成品メーカーとしては、日本企業はなくなったものの大型風力発電の風車ブレード向けの炭素繊維材料やナセル内部の駆動装置等の精密部品のサプライヤーとして日本の部品メーカーが優位性を持ち続ける余地がある。中国では風力発電所の開発を急速に進めたため送電網の整備が追いつかず、発電しても送電できない「棄風」（風を捨てる）と呼ばれる現象が多発した。このため風力発電所の新設時には大型の蓄電設備を併設することを義務付ける政策的な動きもあったが、最近では送電網の整備が進み蓄電池設備の要求は緩和されている。

C) 太陽光発電

太陽光発電はパネルメーカーの世界シェアの上位 10 社のうち 8 社を中国勢が占めているように中国企業が優勢である。日本企業はシャープ、京セラ、パナソニック、三菱、東芝などが太陽光発電パネルを生産しているが、中国企業の製品は価格競争力が強く、中国及び第三国の市場で日本企業の製品は厳しい競争にさらされると言わざるを得ない。

ヒアリングを行った中国太陽光発電産業協会の専門家の意見として、シャープ、パナソニックなど早くから技術開発を行い性能、品質とも優れていると認識しているが、価格競争力で中国企業に劣る。通常、太陽光発電所プロジェクトの 1kW 当たりコストの 40%程度がモジュールの調達コストなので、モジュールが高いとプロジェクトの収益率を下げてしまい海外の大型太陽光発電所プロジェクトで採用されにくいとの意見であった。

D) 水力発電

中国国内に発電設備容量が 5 万キロワット以上の大型水力発電所が約 640 カ所建設されており、中国企業が参加する建設中もしくは竣工した海外の水力発電プロジェクトは約 320 カ所に達するなど建設の実績と規模で中国企業に優位性がある。世界最大のダムである長江上流の三峡ダム

1カ所で年間流出量が日本の年間の河川総流出量に相当するほどの規模である。中国は大型の可変速式揚水発電装置や可変速式揚水ポンプの調達または技術開発ニーズがあるが、日本企業が製造実績に乏しい大規模設備であり、設備製造のコスト競争力を含めて中国企業が優位であると考えられる。

E) 原子力発電

中国が技術を保有する炉型が加圧水型原子炉（PWR）だけであるのに対して、日本は加圧水型原子炉と沸騰水型原子炉（BWR）の両方の炉型の原子炉製造技術を保有する。日本でも次世代原子炉である高温ガス冷却原子炉の研究開発は進められているが、2010年に9メガワット級の試験運転が行われその後はあまり進展していない。高温ガス冷却原子炉の技術は炉心の冷却に水ではなくガスを使用するもので、冷却機能が万ストップしても炉心がメルトダウンするまでに高温化しない安全性の高い技術であり、この技術が確立されれば世界の原子炉の主流の炉型方式となる可能性が高い。中国では200メガワット級高温ガス冷却原子炉の実証運転が2019年にも開始する予定であり、現状では原子力発電技術は中国が日本にキャッチアップし、凌駕しようとする段階に入っている。

ただし、次世代炉の研究開発では中国が先行するものの、原子炉圧力容器、蒸気発生器、主冷却ポンプ、燃料棒制御駆動装置、反応容器配管など基幹部品の製造技術には今後も日本に優位性がある。

F) ガス発電

大型ガス発電設備分野は中国で今後、分散型の熱電コージェネレーション型ガス発電用のガスタービン発電機の製造技術の研究開発を進められ、中国企業が技術の蓄積が比較的少ない分野である。入口温度が1400℃のF形ガスタービン発電機の製造技術で三菱日立パワープラントが先行しており、東方電気に技術供与を行っている最近の事例がある。日本では380メガワット級のF形ガスタービン発電機が実用化され総合エネルギー効率は62%に達している。さらに研究開発段階としてタービン入口温度が1600℃のJ形ガスタービン発電機の開発が進んでおり、総合エネルギー効率64%を目標としている。

大型ガスタービンの燃焼室、ブレードなど高温部品の材料技術や装置制御装置の製造技術にも日本に優位性がある。

G) 送配電技術

日本では国土が広大な中国と同様の長距離、大容量の送配電技術のニーズは少なかったが、停電の少なさや送電ロス率の低さなど送電品質の高さは世界トップレベルでありグリッド運用管理の木目細かい技術の蓄積が日本の強みである。中国製造2025の重点領域技術イノベーションロードマップによると、中国の送配電設備の国産化率は2020年に80%以上を目標としており、送配電設備の基幹部品や材料は外国企業からの輸入に依存している部分がまだ大きい。変圧器用の絶縁板、絶縁油バルブ、耐熱樹脂、送電設備の軽量超伝導合金、電磁鋼板等の重要材料の製造技術で日本企業が中国企業に対して優位性を有している。中国政府の「一帯一路」戦略のもと中国国家電網を核として、アジア、アフリカ、中南米など海外送電網インフラ事業の実績面で中国が先行しており、中国は特高圧大容量、長距離送電の技術に優位性があるが、日本の変電設備や

ケーブルなど高い材料製造技術を生かした製品の納入で日本企業が協働する余地が広がる可能性があると考えられる。

2) 日中企業の競合・協働の可能性

日本企業側の見解としては、ある大手重電メーカーは発電分野の設備製造技術についていえば、高効率火力発電や再生可能エネルギー発電など中国企業だけで十分に製造することができ、日本企業と技術力の差はあってもわずかになっているとの認識のもと、個々のプロジェクト案件の採算性判断にもとづいて事業の採算性があればやるというビジネスベースの是々非々の対応が基本的前提であるとした。大手重電メーカーの下請けサプライヤーの中堅・中小企業の技術力は同規模の中国企業よりも日本の方が全般に優れていることから、中国の大手企業が第三国で実施する電力インフラプロジェクトで、日本企業から設備を調達したいニーズは少なからず出てくるとみている。その場合に中国企業と日本企業の考えられる役割分担のモデルとして、信用度が低くリスクをとれない国（例えばアフリカなど）については、中国政府が支援する中国企業が中心となってEPCとして表に立ち、発注者である開発途上国政府などとの関係を調整しつつ、その下に日本の設備メーカーが入って設備機器を納入するようなスキームが基本となるとの考え方があ

る。中国企業側の見解としては、電力設備分野における日本企業の優位性として日本の電力設備に関する技術は設計、製造、運転などの全般にわたって高精度な管理技術が優れているとの指摘が多かった。したがって日本の精度の高い管理技術は第三国での電力インフラ整備において貢献することができると思われる。中国企業が不得手としている設備の品質管理やプロジェクトの工程管理の細かい管理技術面において中国企業パートナーを補完する機能で貢献できる可能性が高い。

他方で、中国の大手重電メーカーの下請けサプライヤーとなっている中堅・中小企業は技術力を向上させている企業も出てきていることから、日本のサプライヤー企業としては厳しい競合状況に立たされる場面も出てくるものと想定される。

3) 発展途上国インフラ整備を進める上での日中協働・競合の可能性

発展途上国の社会経済開発に貢献でき、かつ日中企業の協力を含めた今後の日本企業、特に中小企業の海外展開が見込まれる技術・事業の分野として発電インフラ関連の環境対策設備の納入によるプロジェクト参加が有望である。ヒアリングを行った中国電力企業連合会の専門家より、日本の発電施設は環境対策が優れているので、その面で日本の技術を取り入れていくことが中国企業にとって有益ではないかとの意見が聞かれた。第三国の開発途上国は、その国の資源賦存状況によっては石炭を積極的に利用をしたい国もあると考えられるが、排煙脱硝技術や排水浄化、フライアッシュの環境処理技術等の環境対策技術が中国企業よりも日本企業の過去の経験によるノウハウの蓄積と設備製造技術力があるため、win-winな協働が可能となる技術・事業分野のひとつと思われる。また、それらの環境対策機器は大型の発電設備本体ではなく発電所施設の周辺機器であるため、中小企業の得意とする設備技術の分野でもある。

日本の中小企業が日中協働による第三国インフラ整備プロジェクトに主体的に参画することは実際には高いハードルが存在すると考えられる。国内でインタビューを行った水処理分野の技術を保有し、国内の火力発電所の排水浄化設備の納入実績を有する中小企業は、最近では中国から石炭やコークス排水浄化技術や設備に関する問い合わせが入るようになった。しかし、同社では10年以上前に、中国の水処理案件で代金の回収トラブルになった経験があり、それ以降、中国からの引合いは一切お断りの方針でやってきているとのことであった。しかしながら、国内案件だけでは企業としての成長が難しいと考えられることから、現在、ベトナム、フィリピンなどの開発途上国の水処理ニーズの市場への展開を目指して海外業務を強化しようとして取り組んでおり、中国企業が第三国で実施する発電所建設プロジェクトで水処理設備を外国から調達する案件があれば、取り組んでみたい関心はあるとのことであった。ただし、社内に外国語に対応できる人材がいいため、入札等に応募する段階から発注者との連絡仲介をサポートしてくれる日本語対応ができる窓口となってくれるパートナーが必要とのニーズがある。中小企業が第三国インフラ事業に参入しようとする場合、中国及び第三国のビジネス習慣や言語対応を含めたビジネスをサポートするパートナーの必要性が高いといえる。

3.3.4 中国企業における他の先進的事例

電力設備分野の中国の他の先進事例として発電所や送配電設備を運転管理するための制御システムの供給企業として、中国民営企業の中控科技集団（SUPCON）を取り上げる。発電所プラントが安定的で高効率な運転を行うためには精度の高い運転管理計装制御システムが必須である。プロセスオートメーション（PA: Process Automation）や分散型制御システム（DCS: Distributed Control System）などのプラント運転制御システムで、同分野では中国企業は後発であり、中控の総エンジニアへのインタビューによると2010年頃まではシーメンス、ABB、GE等のほか日本企業（横河電気、富士電機、日立、三菱電機など）の製品が主体だった。中控科技集団も2000年に富士電機と戦略協力パートナー協定を結びプラント制御システム設計のノウハウを導入した。現在、中国のプラント運転制御DCSシステムの市場でトップシェアの25%程度を有する同社は、発電プラントの制御システム技術はコスト面と技術面の両方ですでに中国のトップ企業は日本企業を追い越したとの見解を述べた。

中控が技術力を向上しながら継続的にコストを下げるのができたのは2015年頃まで国内の発電所建設市場の拡大で出荷量を毎年20%以上伸ばすことができたことが大きな要因である。中控の製品の性能、操作性は急速に向上し、富士電機との協力を行った2008年ごろから実質的になくなり、システム・機器の故障や不具合の発生率も外国製品と比較して低くなっており、現在は欧米企業との技術協力もあまりなく中国内の大学や研究機関と連携した独自開発が主体となっている。

最近では2017年にモンゴル政府よりハルビン電気がEPCとして受注した「一带一路モンゴル石炭火力発電プロジェクト」に発電所プラント運転制御管理DCS一式を納入した⁸³。電力設備の制御管理システムの分野における日中企業協力の可能性については、技術面、コスト面を含めて

⁸³ 中控助力“一带一路”蒙古额尔登特项目顺利并网发电
<http://www.supcon.com/supcon/jsp/article.jsp?newsid=25077>

日本企業との協力の余地は少なく、今後の第三国市場での協働は考えにくく競争がクローズアップされる関係になると考えられる。



図 3.3.1 モンゴル石炭火力発電所の中控科技納入の DCS 中央管理室

3.4 物流（ICT 活用による物流産業の高度化を含む）

3.4.1 関連政策の概要と進捗

まず、中国における物流に関連する最上位政策として、「一帯一路」構想と「中国製造 2025」を挙げることができる。「一帯一路」構想は「シルクロード経済ベルト」と「21 世紀海上シルクロード」の二つのルートを通じて、中央アジアおよび南アジアを経由する中国とヨーロッパ地域をつなぐ輸送網の形成を促進し、中央アジアおよび南アジア域内の成長を促進することを目的とした構想である。一方では、中国国内で物流業の発展が遅れている北西経済区と西南経済圏に港湾、空港、道路、鉄道を整備し、物流業などにかかわる企業活動を成長させる構想でもある。この一帯一路構想のもと、多くの物流インフラの整備が実施され、また、官民連携によって国際輸送サービスが拡大している。

一方の「中国製造 2025」では、特に工業化と情報化の結合、IT 技術と製造業の融合促進をはじめ、工業基礎能力の強化、品質とブランドの強化、環境に配慮したものづくりの推進、製造業の構造調整、サービス型製造業と生産性サービス業の発展、製造業の国際化水準の向上などが強調されている。中国製造 2025 の中に、物流分野の方向性は明示されていないものの、特に重要な産業として明示されている 10 大産業の中でも「次世代情報技術（IT）」を最も重視している。要は「製造強国への転換」にあたり、インターネットと製造業との融合である「インターネット+」に力を入れる方針ということである。

このような「一帯一路」構想や「中国製造 2025」を大きなフレーム（または前提条件）として、物流分野の政策が立案されている。ここで、物流関連の政策を物流インフラ整備とそのインフラを利用する物流サービスと大別した場合、前者の物流インフラ整備に関する政策として、「全国流通樞紐都市布局规划 2015—2020」（これ以降「全国流通拠点都市配置計画」と和訳する。）及び「国家物流樞紐的布局和建设规划（2017 年 12 月策定）」（これ以降「国家物流拠点配置及び建設計画」と和訳する。）がある。一方、物流サービスに関する政策としては「物流業発展中長期规划（2014 年～2015 年）」（これ以降「物流業の発展に関する中長期計画（2014 年～2020 年）」と和訳する）があげられる。

1) 全国流通拠点都市配置計画 2015—2020

発展開発委員会作成した本計画は、中国の物流拠点とすべき都市を選定し、それらの都市間のネットワークの強化と都市の物流機能を強化することによって、中国の市場システム、国家経済の効率性の向上を目指すものである。具体的には、図 3.4.1 に示すように、3 つの南北物流軸（原文では「流通大通道」と）と 5 つの東西物流軸を整備する。3 つの南北物流軸は、東沿岸物流軸（東線沿海流通大通道）、中央北京香港マカオ物流軸（中线京港澳流通大通道）、西部フフホト昆明物流軸（西線呼昆流通大通道）である。また、5 つの東西物流軸は、西北北部物流軸（西北北部流通大通道）、連雲港蘭州物流軸（陇海兰新沿线流通大通道）、長江沿岸物流軸（長江沿线流通大通道）、上海昆明物流軸（沪昆沿线流通大通道）、珠江西江物流軸（珠江西江流通大通道）である。



出所：全国流通节点城市布局规划

図 3.4.1 全国の物流ネットワーク構想

このような物流軸の整備のために、1) 輸送インフラの整備、2) 施設の整備、サービスの多様化など物流拠点都市の機能強化、3) IOT、情報化、E コマースの加速化といった物流イノベーションの推進を図ることとしている。

2) 国家物流拠点配置及び建設計画（2017年12月）

交通運輸部が作成した本計画は、前述の「全国流通拠点都市配置計画」のもと、具体的な物流整備の施策を示したもので、中国の中核的な物流拠点の整備を進めることを目的としている。具体的には、物流産業の効率化のために1) 物流施設の集中統合、2) 物流ハブプラットフォームの形成支援や、物流の品質の向上のため、1) 物流ネットワークのレベルアップ、2) マルチモーダル輸送の発展、3) E コマース、コールドチェーンなどの効率的な物流サービスネットワークの構築、物流拠点の総合的なイノベーションの推進のため、1) 新技術・新設備の活用、2) 物流の新たなビジネスモデルの開発、3) ユニークな物流ハブ経済の創造がとりあげられている。

3) 物流業の発展に関する中長期計画（2014年～2020年）

中国国務院が作成した本計画は、1) 物流コストの削減、2) 物流企業の大規模化、他業種との連携強化、3) 物流ネットワークの強化を目的として策定された。これらの目的を達成するために、本計画では7つの重点任務と12の主要プロジェクトが取り上げられている。7つの重点任務は、1) 物流のアウトソーシング・専門化、2) 物流IT化、3) 物流技術・設備の現代化、4) 物流の標準化、5) 地域間物流の協調的な発展の促進、6) 国際物流発展、7) 環境にやさしい物流である。また、12の主要プロジェクトとして、1) 複合輸送、2) 物流パーク、3) 農産物物流、4) 製造・サプライチェーン管理に関する物流、5) 資源関連製品物流、6) 都市・農村配送サービス、7) 電子商取引物流、8) 物流の標準化、9) 物流情報システム、10) 物流技術の開発・応用、11) リサイクル物流、12) 緊急時対応型物流、がとりあげられている。これを実現するための方策として、1) 改革開放の促進、2) 法制度の整備、3) 安全性向上のための監督管理体制の構築、4) 政策的支援の見直し、5) 投融資制度の拡充が示されている。

4) 「インターネット+」における物流分野の方針

本計画は、中国のインターネットがすでに比較優位性をもつとの認識のもと、その優位性を積極的に生かして発展機会を把握し、さらにインターネットの信頼性を高め、イノベーションシステムの再構築及び更なる活性化、新たなビジネスモデルと革新的な公共サービスモデルの育成をとおり中国の経済の高度化と効率化を達成することを目的としている。本計画は、このような目的のもと、インターネット全般の強化の方針を示したもので、その中で物流も「効率的な物流「インターネット+」」として取り上げられている。

この効率的な物流「インターネット+」では、「物流分野におけるビッグデータ・クラウドコンピューティングの活用、スマート倉庫システムの構築、物流運用プロセスの最適化、物流倉庫の自動化、インテリジェントレベル・運用効率の向上、物流コストの低減を推進する。」ことが主要方針として示され、これを実施するための重要施策として以下の3点が取り上げられている。

- ・ 物流情報共有・相互運用システムの構築
- ・ インテリジェント倉庫システムの構築
- ・ インテリジェント物流システムの整備

5) 進捗状況と成果

近年、中国の都市循環インフラは継続的に改善されている。鉄道、高速道路網、空港港湾といったインフラ整備や物流パークの整備が急激に進んだ。一方で、ITやIOTも進んできた。

このように急激に進化してきた中国の物流であるが、先進国との間にはまだギャップがあると認識されており、さらなる進化が求められている。認識されているギャップは、第1に、物流システムが分散し、相互関係が薄く物流拠点間のシナジー効果が発揮できていないこと、第2に、物流拠点の整備に地域差があり、物流コストが比較的高いこと、第3に、物流サービスにばらつきがあること、などである。以上のような認識から、近年の物流施策は、インフラ面では、整備からインフラの有効利用、大都市部から内陸などの開発の遅れた地域物流ネットワークの構築などへ重点が変化し、また、物流サービス向上、サプライチェーン全体のマネジメント能力の強化、IOTやロボット化による物流効率・品質の向上の方向に変化してきている。

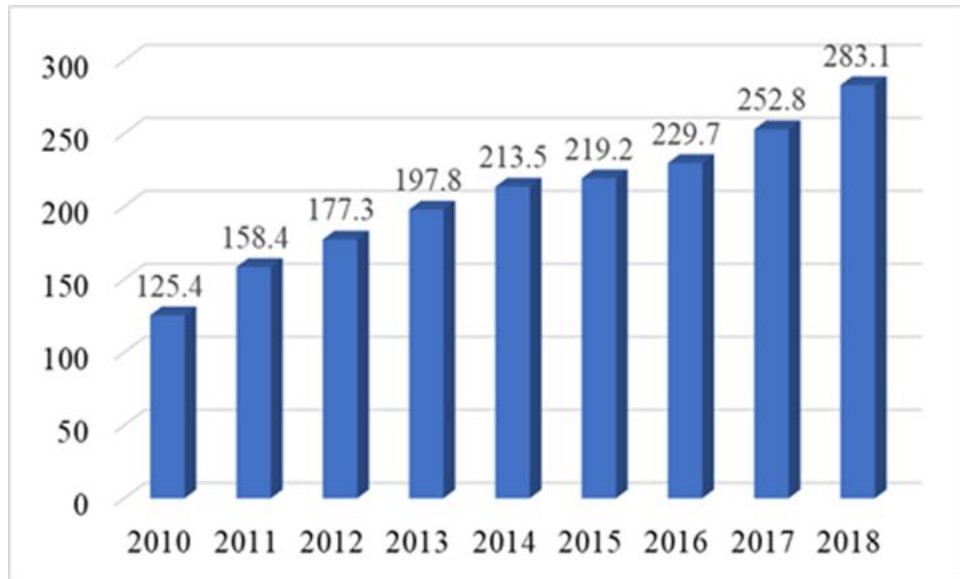
3.4.2 中国企業の技術レベルと動向

1) まとめ

中国の物流の発展は、中国経済の歩みを大きく反映してきた。すなわち、建国（1949年）以来の計画経済体制下では、製品や原材料などのモノの物流はあまり重要視されず、物流の発展が大きく遅れることとなった。これには、計画経済のもと企業レベル、産業レベル、さらには地域レベルがそれぞれ自給自足的な生産体制を築き上げることが目標とされる時代が長く続いたことが背景にある。1979年の改革・開放政策開始以降、物流業をめぐる環境は劇的に変化した。第1に、物流市場が急速に拡大したこと、第2に、市場経済化と対外開放の環境下で、道路輸送が急激に増加、その結果、大量の民間企業が輸送市場に参入したこと、第3に、企業間競争の激化につれて、物流の合理化、同コストの低減が有力な競争手段として脚光を浴びるようになったことがあげられる。また、対外開放の進展で、外資企業が中国の物流市場に参入し、2001年のWTO加盟移行、外資参入規制がほぼ撤廃され、外資の参入が拡大、これにより先進の物流サービス、機器、ビジネスモデルの進化・多様化が一気に進むこととなった。

A) 中国の物流市場

中国経済の急激な成長、経済構造の第3次産業化への変換、都市化の加速などを背景に伴い、物流業の市場は大きく拡大している。中国のGDPは、2010年の40兆元から2018年に90兆元へ成長した。これに対応して中国社会物流総額も2010年の125.4億元から年平均20%で成長、2018年には281.3億元となった。物流総額では世界一の規模である。



出所：JICA 調査団

図 3.4.2 社会物流総額の推移

貨物量をみると、2016 年で 440.4 億トン、18.53 兆トン・キロに達している。一方、機関分担をみると、2016 年では、道路輸送が 76.4%、それに続いて鉄道が 7.6%、水運が 14.4%、パイプラインが 1.6%となっている。近年鉄道から水運への転換が進んでいる。

このような物流需要を支える物流産業は、参入障壁が低く、物流需要の増加、とくに宅配サービス需要の増加（年間 500 億個、2019 年）に応じて増加傾向にある。物流会社の数についての正確な統計はないものの、ヒアリングによれば一説では 100 万社とも言われている。

以下は、2018 年の売上高でみた大手 20 社である。鉄道輸送、港湾・海運などの伝統的な国有企業が大半を占めている。近年急成長している民間宅配企業も、5 位に順豊（Shun Feng エクスプレス）、10 位に京東物流（JD）、14 位に徳法が入っている。宅配産業は高成長を続けているものの、物流業界全体における割合はまだまだ小さい。ちなみに、本邦の日通（中国日通）が第 41 位にランクされている。

表 3.4.1 物流企業ランキング (2018 年)

2018年中国物流企业50强排行榜		
微信公众号: 商业排行榜(askci.com)		官方网站: http://top.askci.com
排名	企业	物流业务收入(亿元)
1	中国远洋海运集团有限公司	1786.20
2	厦门象屿股份有限公司	1219.74
3	冀中能源国际物流集团有限公司	802.82
4	中国外运股份有限公司	731.58
5	顺丰控股股份有限公司	710.94
6	河北省物流产业集团有限公司	428.40
7	山东物流集团有限公司	313.24
8	中铁物资集团有限公司	289.01
9	天津港(集团)有限公司	263.83
10	京东物流集团	263.64
11	中国物资储运集团有限公司	257.03
12	开滦集团国际物流有限责任公司	224.64
13	安吉汽车物流股份有限公司	223.24
14	德邦物流股份有限公司	203.50
15	招商局物流集团有限公司	150.82
16	锦程国际物流集团股份有限公司	144.11
17	河北港口集团有限公司	140.13
18	厦门港务发展股份有限公司	137.13
19	国药控股湖北有限公司	118.21
20	连云港港口集团有限公司	118.00

注：元のデータは50社であるが、ここでは20社まで示した。

出所：中商産業研究院のウェブより。

中国の物流企業の特徴を一言でいえば「多種多様な会社やサービスの混在」ということができる。すなわち、中国の物流は、ローエンドからハイエンドまですべての需要／要求に応えるサービスがそろっている。また、中国を代表するような大手物流企業、世界一の個数をさばく世界的な大手宅配企業から、個人経営の零細企業までさまざまな規模の会社がある。ローエンドの物流会社は、サービスの品質より価格競争力を重視したサービスを提供し、ハイエンドの物流企業は、高品質で信頼性の高いサービスを提供している。ローエンドの物流企業が圧倒的に多数を占めるといわれているものの、近年は日系企業にもひけをとらないような高品質のサービスを提供できる会社も増えているようである。

中国物流企業の太宗を占める貨物自動車輸送業（トラック輸送業）、近年成長が目覚ましい宅配輸送業、フォワーダー（利用貨物輸送業）、倉庫業に焦点をあて、さらに、近年中国でとくに進化が著しい物流の無人化や IOT について技術レベルと動向をみていくこととする。

B) トラック輸送業

中国のトラック台数は、物流量の増大に対応して、年々増加傾向にある。図 3.4.3 は 2014 年のデータであるが、全国のトラックの台数は約 1500 万台に達している。



出所：物流業界の動向を見る～後編、中国市場 2019

図 3.4.3 社会物流総額の推移

かつては、中国におけるトラック輸送業の問題点として、輸送品質、過積載、安全など様々な問題が指摘されていた。近年トラック輸送会社の能力の向上が著しく、全般的には輸送品質も向上している。また、過積載も、中国政府の規制・取り締まり強化・教育などの努力によって、現在ではほぼ改善されている。トラック輸送会社は、数が多く、サービスも多様性がある。昔ながらの安さ勝負の会社から、サービスの質で勝負する会社まで幅が広い。輸送サービスの質で勝負するような会社では、貨物の GPS と RFID を利用した貨物のトレーシングと言ったサービスもすでに標準的に取り入れており、外資系（日系も含む）トラック輸送会社と輸送品質では遜色ないレベルのサービスを提供することができる。つまり、中国のトラック輸送は、「様々な輸送サービスの選択肢が広い」と評価することができる。

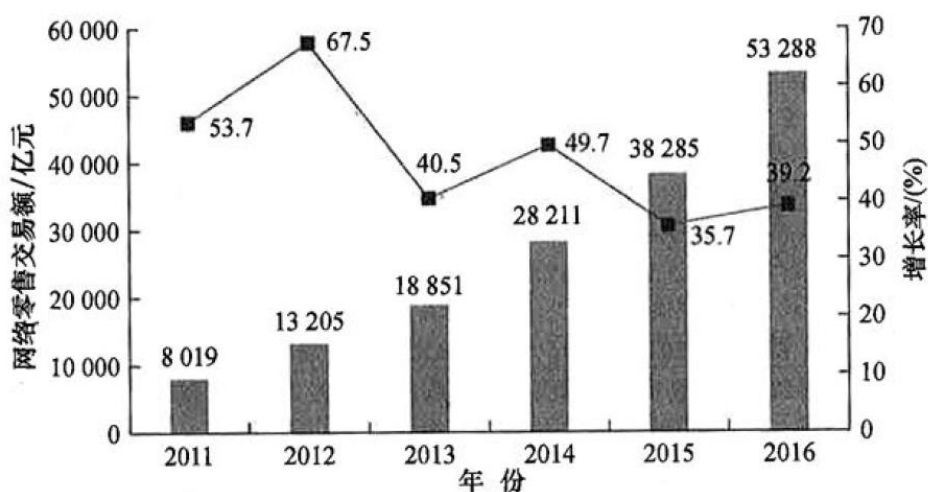
近年、中国政府は、環境対策や自動車産業の育成を目的として EV 車の普及に力をいれており、この流れはトラック輸送にも及んでいる。すなわち、政府の奨励のもと（低利融資、トラックのナンバープレートの優先的な発給など）、200～300Km 程度の範囲の短距離の輸送・配送を目的とした電気トラック（4 トン車）が増加しつつある。

C) 宅配業

中国のネットショッピングは年々増加し、2018 年の市場規模は、5 兆 33 百万元に達した。これは、小売総額の 14.9% に相当する。ネットショッピングのうち 60～70% は配達に必要な実物の商品と推定されており、ネットショッピングの拡大とともに宅配便需要が急激に拡大している。図 3.4.4 に示す通り、宅配便の取扱は 2013 年以降毎年 50%～60% ずつ増加し、取扱数は

2016年で312.8億個となった。最新の情報では、2019年には500億個を突破している。中国の宅配市場は、2014年にアメリカを超え、世界一の規模となっている。

宅配貨物を扱う企業は大別して、1) 大手荷主企業と2) 専門宅配業者の2つに分かれる。大手荷主企業は、商品のメーカーやネット通販業者で、自らの物流システムを構築している。たとえば、ハイアール、TCL、美的、京東、蘇寧（家電小売りで日本のラオックスを買収）などがあげられる。たとえば、京東は「JD.com」を運営するネット販売会社であるが傘下に京東物流を有し、独自の物流システムを運用している。また、蘇寧は、家電量販店であるが、全国940店舗からの自社で配送システムを運用している。



出所：中国現在物流発展報告 2017

図 3.4.4 宅配便の取扱数の推移

一方、専門宅配業者は、全国に5,000社以上登録されているが、大手企業としては、国有企業の中国邮政中国邮政速遞（以下EMS）、順豊速運（SF Express）、中通速運（ZTO Express）、徳邦速運、圓通速運、韵達速運、百世物流、宅急送、申通快運、天天などがある。EMSと順豊速運は事業者を本社が統轄するいわゆる「直営」方式での運営であるが、それ以外はフランチャイズ制で運営している。EMSと順豊速運は高級市場に向けた安全、快速、高品質のサービスの提供を志向している。また、「三通一達」と呼ばれる中通速運、圓通速運、申通快運、韵達速運は、低コストサービスをセールスポイントとしている。

D) フレイトフォワード

フォワードとは、貨物利用運送事業者のことで、荷主から貨物を預かり、他の業者の運送手段（船舶、航空、鉄道、貨物自動車など）を利用し運送を引き受ける事業者である。一般的には貨物利用運送事業者のうち国際輸送を取扱う業者を指す。航空輸送を得意とする業者をエア・フレイト・フォワード、海上輸送を得意とする業者をNVOCC（非船舶運航業者、Non-Vessel Operating Common Carrierの略、NVと略されることもある）と呼ぶこともある。

中国には、約3万社のフォワード企業が存在すると言われている。その中の3000社が中国フォワード協会（CHIFA）のメンバーとなっている。中国のフォワーディングビジネスは、長

い間国営の中国外運が担ってきたが、近年は国際フォワーダービジネスに進出する民間企業も増加している。これらは、ほとんどが NVOCC である。

E) 倉庫業

倉庫とは、物品を保管するための施設で、農家や商店、工場などの土蔵、納屋、倉庫のほか、工作を施した土地、水面もふくまれる。我が国の、倉庫の分類としては、営業倉庫（業として、他人の物品を保管する倉庫）、自家用倉庫（メーカー、卸売業者等が自らの物品を保管する倉庫）、協同組合倉庫（事業協同組合、漁業協同組合等が組合員の物品を保管する倉庫）、および農業倉庫（農業倉庫業法により認可を受けた農業協同組合等が組合員の農産物等を保管する倉庫）がある。

中国では、企業の自家倉庫以外に営業倉庫として国有倉庫と私有倉庫の2種が存在する。民間の倉庫業者は約 30,000 社、うち中国倉庫配送協会に加盟している企業は 1,000 社である。ネットショッピングの配送業務の拡大に対応し、倉庫業も否応なく現代化が要求され、その結果、大手企業を中心に倉庫ビジネスと配送ビジネスの一体化が進んだ。さらに、近年、越境 EC の拡大を受け、アリババ、京東、順豊など大手企業は、海外にも倉庫を所有するようになっている。

F) 物流の IOT 利用の進展

中国の宅配物流における IT 技術やロボットを利用した省人化、無人化の進展は目をみはるものがある。ドローン無人配送、自動運転車による無人配送、人工知能とロボットによる無人倉庫（無人の仕分け、自動ピッキング、移動ラックなど）、スマート宅配ロッカーなど、宅配物流に関する技術は急速に進んでいる。この背景には貨物量の増加と人不足がある。すなわち、前述のように中国ではネットショッピングに端を発し、宅配物流の重要が急激に増加してきた。宅配業者にとっては、好景気、ビジネスチャンスであると同時に配送キャパシティの確保が大きな問題となった。中国では、長期にわたる経済成長の結果人件費が高騰し、さらに人材不足が顕在化している。そのため中国の宅配業者は、必要にせまられ省人化、無人化を進めていった。また、中国の宅配業者の省人化・無人化は、取扱個数の圧倒的な規模の効果といった要因も忘れてはならない。



出所 : <https://www.businessinsider.jp/post-108154>

配送

配送の省人化・無人化は、ドローンを使った配送、自動運転といった5Gを使った最新技術の導入が進められている。たとえば、宅配大手の順豊では、小型貨物輸送飛行機AT2000やドローンを自社開発し、2025年を目標に配送の無人化を最大限進めることとして研究をおこなっている。また、宅配ロッカーも都市部を中心に普及が進んでいる。マンション、駅や広場といった公共の場所に宅配ロッカーを設置し、自分の都合のいい場所にあるロッカーを指定し、スマートフォンの通知で受け取りをおこなうという仕組みで、配達時の不在問題の解決に寄与することが期待されている。ただし、このロッカーの仕組みは欧米でも広まっていて、最新というわけではない。我が国でも導入が始まっている。



出所：<https://ligare.news/story/hive-box/2/>

ドローンや宅配ロッカーは中国製で、DJIは中国の深センに本社を置くDJI社（大疆创新科技有限公司）は世界の民生用ドローン市場の7割を占める。一方の、宅配ロッカーも中国製で、最大手は「豊巣」である。この会社は、順豊など宅配業者など5社が共同出資して2015年に設立した新しい会社である。

倉庫

倉庫の省人化・無人化は、AIやIoT技術を利用し、倉庫内で人の手を使わず機械によって搬入、出荷、仕分けなどを行うもので、ネットショッピング大手のアリババや京東の物江裕センターをはじめとする大企業の物流センター・倉庫で導入が進められている。これによって、大量の宅配貨物が短時間でかつ低コストでしよりできるほか、ピッキングなどの重労働を練らし、さらに人為的作業ミスをなくしたことが可能となる。たとえば、京東物流では、2017年6月に完全無人化倉庫を上海で稼働させた。この施設は、ドローンが屋上で荷物を降ろすと、荷物が施設内の自動倉庫システムに運ばれ、入庫、包装、ピッキング、配送車への荷積みすべて自動で行っている。また、アリババの物流部門である菜鸟網絡でもすでに広東、浙江、湖北、天津において無人倉庫が稼働している。

このような倉庫の省人化・無人化の機器・システムは、日本メーカー（ダイフク）や欧米メーカー製が市場をほぼ占めている（我が国のダイフクは世界一のシェアをもつ）。たとえば、我が国のベンチャー企業MUJINの開発したシステムがアリババの物流センターに採用されている。しかし、中国の企業でも倉庫自動化の技術は蓄積されており、京東の上海の自動化倉庫などは自社技術で開発したものである。一方、中国の一般倉庫や工場などで利用される、小型の自動運搬ロボット、自走式ラックのような機器は中国製である。このような中国製の小型物流ロボットは壊れやすいという弱点があるものの、価格が安いことから最新技術ロボットにいつでも置き換えることができるというメリットも指摘されている。



G) ネットショッピング企業の物流分野への進出

宅配便の増加にともない、ネットショッピング大手の阿里巴巴や京東は、急速に物流ビジネスの強化に力をいれている。前述のような最新の AI や IOT 技術を駆使した輸送や倉庫の省力化・無人化は、このような企業が技術開発によって進められてきている。

阿里巴巴は、従来、物流ビジネスを傘下にもっていなかった。2013 年に銀泰、申通、園通など出資し「菜鳥ネットワーク」を立ち上げた。同社は、物流業界全体のプラットフォームをめざすほか、製造業者・小売業者・物流業者からのビッグデータをもとに、物流ネットワークの最適化を図るスマート物流の実現を目指している。さらに阿里巴巴は、「菜鳥ネットワーク」の立ち上げに続いて、民間宅配企業にも相次いで出資、提携関係を強め物流ビジネスへの影響力を拡大させている。

一方、京東は、当初から自社で物流部門をもち、自社物流をおこなってきた。2018 年末時点で中国全土に 15 カ所の基幹倉庫、500 カ所以上の大型倉庫を保有し、約 7 万人の物流従業員を雇用するなど、専門物流企業以上の陣容をもつまでになっている。さらに、自社に R&D 部門をもち、倉庫管理用のロボットや輸送用ドローン、無人配送車の自社開発を進めている。

H) 中国物流企業の海外展開

中国物流企業の海外展開としては、古くから国営企業の中国海運（COSCO）や中国外運（Sinotrans）が海外進出をおこなってきた。中国海運は海運会社であり、中国外運は、中国の海外プロジェクトの調達物流を担ってきた。

近年、ネットショッピングの拡大にともない、民間の宅配企業の海外進出が始まっている。阿里巴巴や京東といったネットショッピング大手が海外からの注文への配送や海外の商品を中国国内に配送するいわゆる「越境 EC」の拡大によって、その輸送の担い手として順豊速運や申通快運といった企業は、アジアをはじめとして多くに国に進出している。たとえば、順豊航空は国内の集荷、専用車による運送から海外への通関手続き、チャーター便の直行まで、一元管理による物流配送ソリューションを顧客に提供している。同社のチャーター便は大阪、ハノイ、プノンペン、ダッカなど海外の都市に就航している。また海外配送サービスは米国、欧州連合（EU）、ロシア、日本、マレーシアなど 53 カ国・地域に対応している。また、京東物流は、インドネシアで配送サービスをおこなっており、7つの島と 483 都市を結んでいる。中国郵政は郵政・越境 EC のために、米国、英国、オーストラリア、日本などの国と地域に 11 の海外倉庫を建設している。

2) 中国企業の事例

A) 申通快递（宅配）

申通快递（STO Express）は、中国大手宅配業者のひとつで、本社は杭州。1993年、上海と杭州間の貨物輸送会社として設立された。2003年アリババの出現、宅配業を開始し、これによって会社が急成長し、事業規模で20倍、現在は、従業員は30万人、サービス拠点は約2万箇所（フランチャイズ制）を超える。現在は、宅配サービスに加え、速達、コールドチェーンの運営、倉庫配送一体化などのサービス分野を拡大させている。

海外進出も盛んで、すでに欧米や東南アジア中心に42か国に海外展開している。将来的には、ネットショッピングより派生する越境ECの拡大をビジネスチャンスとして、インド、東南アジア、アフリカでもラストワンマイルのサービス展開に意欲あるようである。我が国との関係では、東京の支社をもつとともに、日本郵政の中国向け貨物の中国での通関業務、日本では日本郵政と宅配ボックスの共同プロジェクトを実施予定である。

B) 德邦快運（宅配）

1996年に設立された大手宅配業者の一つで、本社は上海にある。現在、全国に約10,000箇所のステーション（フランチャイズ）を有する。上海などの都市部では1ステーションで5Km圏をサービスエリアとしている。とくに力を入れているのは、WeChat（中国のSNS）を利用したオンラインでの注文・配送の案内サービスで、これにより事業が拡大している。C2Cサービスでは、小包のほか、大型貨物まで扱っており、この個人の大型貨物の輸送が最大のセールスポイント、コアコンピテントとなっている。ただし、売上の点では、Eコマース（主にアリババ）のラストワンマイル配送業務が主要なビジネスであり、この分野は近年も事業規模が拡大を続けている。

IT関係では、WeChatを利用したオンラインでの予約、案内・連絡、決済の仕組みは導入されている。京東や菜鳥のような自動倉庫はまだないものの、物流ビッグデータの活用の研究は研究センターで始まっている。海外進出では、東南アジア諸国に支店を設立し、輸送ネットワークは完成している。ただし、日本には出ていない。今後も、政府の「一帯一路」政策にのり、今後も海外展開を積極的に行う方向にあり、とくに、ネットショッピング企業の海外進出についていくことを基本戦略としている。

C) 唯凱国際物流（フォワーダー）

唯凱国際物流は、2003年設立の民間100%のフォワーダー会社。中国のWTO加盟によって上海の国営企業が民系化されて設立された。2009年以降に事業活動が本格化にスタートさせた。唯凱国際物流は、本社は上海で、中国全土に15支店を有する。また、海外はアメリカロサンジェルスに支店を持つ。主要事業は航空貨物のフォワーダービジネスで、エア・フレイト・フォワーダーとしては全国7位の規模である。近年は、倉庫業にも力を入れている。日本の西鉄、日通、NYKなどとも取引がある。近年、EC関係の業務が増加している。とくに、京東関連の貨物のサプライヤーから京東の倉庫までの輸送手配（つまりB2B部分）の業務が拡大している。アリババや京東はビジネスの拡大によって、外国と地方を結ぶ貨物フライトが増えているので、それに対応した地方展開も行っている。しかし、ECビジネスを拡大させているものの、EC関連

の業務は利益率が低い。現在の米中貿易摩擦によって、越境 EC の先行きが不透明になってきている。

唯凱国際物流は、社内に IT 部門を有し、GPS/FFID を使った貨物の管理やトレーシングの仕組みを自社開発・導入している。近年、アリババや京東は、近年、倉庫をアウトソーシングするケースが増えており、それを受注するために倉庫の自動化などを進めている倉庫業者もいる。しかし、初期投資が大きく利益率が低いので経営的にはきびしいことから、自動倉庫やロボットなどはまだ導入していない。現状では、海外進出の予定はない。

唯凱国際物流は、フォワーダーのノウハウで日系企業との差はないと考えているものの、日本の大手フォワーダーの国際ネットワーク力への評価があった。

D) 京東物流のコールドチェーン部門

京東物流では、2014 年からコールドチェーンサービスを開始し、中国の生鮮市場では最大のシェアをもつ。主な業務内容は B2C と B2B で、B2C は、オンラインで注文された生鮮食料、冷凍店冷蔵食品の配送サービスで、B2B は、産地からセブンフレッシュ（京東傘下のスーパーマーケット）の店舗までの冷蔵・冷凍輸送サービスである。セブンフレッシュのリアル店舗は全国に 16 店舗しかないが、ネットショッピングのための DC は全国 300 拠点ある。京東物流は、全国に温度調整のできる産地倉庫、全国 11 か所に温度調整のできる大型の地方拠点倉庫、300 箇所の温度調節された DC（セブンフレッシュ所有）を有し（京東物流の子会社の京東冷送の所有）、倉庫から配送まで自社でトータルなコールドチェーンを形成している。

3) 日系物流企業の中国でのビジネス展開の事例

A) 中国 N 社

中国 N 社は、日本を代表する輸送企業（ここから N 社とする）の東アジア全体を統括する事務所で、東アジアでのビジネスは、N 社全体の売り上げの 30%を占める。N 社は、中国国内に 167 か所の拠点をもつ。中国 N 社は、中国経済は今後とも成長傾向にあり物流需要も拡大している。これまで、沿岸部中心のビジネスだったが、内陸部、とくに、長春、鄭州、武漢などでのビジネスも増加している。日通をはじめとする日本企業の強みは、サービスの質と顧客の需要に合わせたオーダーメイドのサービス。これに加えて、N 社の強みは国際的なネットワーク力と考えている。一方、中国の企業は、資金力を背景とした新技術の導入スピードと考えている。また、中国 N 社は、中国では業界 17 位で、トップ（中国外運）と比べると 20 分の 1 の規模しかなく、品質の高い特徴のあるサービスに力をいれていくことへの必要性を感じている。

N 社は、「一带一路」のもと、中国外運と中国（西安）とヨーロッパを結ぶ鉄道輸送事業を共同で実施している。また、第三国での協働ビジネスに向けた MOU を結んだものの、現在、協働ビジネスを検討中である。しかし、日中の同業企業は、基本的にライバル関係にあるため、第三国での日中企業の協働は、同業の協働よりも異業種のマッチングのほうがビジネスの可能性があるのでないかと思われる。

B) S社

S社は、1986年から中国進出し、現在、現地法人11、子会社4で中国ビジネスを展開している。中国ビジネス全体の統括部門を上海においている。S社の物流ビジネスのコアコンピテンツは、物流事業、機工事業、構内物流といったサービスの一括提供である。機工事業は新工場などへの機器の輸送・据え付け、メンテナンスの一貫サービスビジネス、構内物流は、メーカーの工場内の物流（梱包、在庫管理、構内の輸送、バンニングなど）を担当するビジネスである。物流事業は、B2Bビジネスをターゲットとして倉庫、陸上輸送、自動車部品輸送（ミルクラン）、消費財物流（サプライヤーからDCまでの輸送、DCの運営、DCから小売りへの配送）などを実施している。近年、中国企業が高い輸送品質のサービスを提供できるようになってきており、入札で負けることが多くなってきている。中国企業との差別化を図るためには、やはり人材育成、品質管理、KPIのようなサービス指標を徹底していかなければならない。今後の物流事業の戦略としては、ミルクランでの混載貨物のさらなる効率化、医療物流への参入、消費者物流（DCの運営）の拡大を考えている。

S社が考える日本企業の強みは、品質とくに、お客さんのニーズに細かく対応したサービスの提案力、サービスの正確さ・安全さ、事故対応で、中国企業の強みは、規模、IT技術の導入、価格と考えている。

C) M社

M社は2011年から上海の松江で倉庫業を始めた。輸送は100%中国企業に外注している。現在は、太倉（蘇州）、北京、上海、杭州、広州など沿海地区でおこなっている。倉庫は保税倉庫と一般倉庫を有する。一般倉庫では、デパート／モールの日系販売会社の品物を補完、全国に配送するサービスをおこなっている。また、アリババ（Tモール）のモールに出店している会社の在庫の管理、ピッキング、パッケージングし宅配業者に渡すサービスをおこなっている。

（モールの品物は非居住者在庫ではない。M社によると外国企業が非居住者在庫のできる保税倉庫をもつのはかなり難しい（ほぼ無理）。（非居住者在庫のサービスは中国企業の特権のようなものと思われる）。

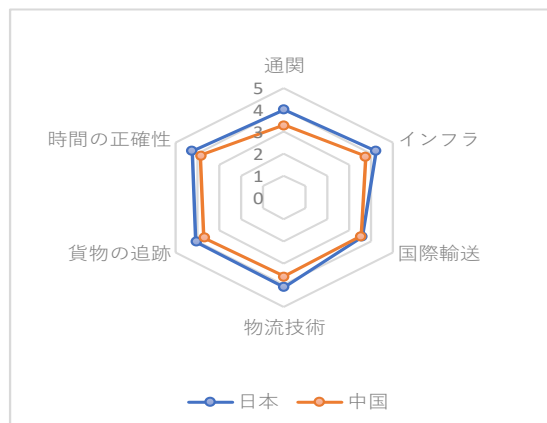
中国企業は、輸送や倉庫の省人化・無人化は圧倒的に日本より進んでいる。EC関連のB2Cの輸送や倉庫は特に進んでいる。無人の仕分け、自動ピッキング、移動ラックなど。2年前の物流の展示会（C-MAT）では、パレットトラックやフォークリフトなどが多くみられたが、去年の展示会は、ほぼロボットになっていた。中国は政府が一度方針を決めると、民間が一気にそれについていくところがあり、動きがきわめてダイナミックである。IOTやロボットによって物流施設、機器などのハードは急激に向上しているものの、サービスのようソフト面がまだまだ弱いと感じる。MGL日本は、中国製の自動仕分け機（自走式のロボット）を導入している。この中国製の小型ロボットは、プラスチック製で安い。たくさん買えるので、故障したら捨てるといった感覚で使っている。小型の自動仕分け機は、初期投資が小さくてすむので、技術が進歩したらすぐ新しい機器に入れ替えることができる。一方、ロボットメーカーはこのような買い替え需要で開発・投資ができてくる。このようなIOTやロボットがどんどん進化する「正のサイクル」ができていく。

3.4.3 日中企業の競合・協働の可能性

1) 日中企業の技術レベルの比較

A) LPI

世銀のロジスティクスパフォーマンスインデックス（LPI）によれば、日本と中国の世界ランキングは、2018年でそれぞれ5位と26位である。LPIは、通関、インフラ、国際輸送、物流技術、貨物の追跡、時間の正確性の6つの視点から各国の物流を評価したもので、関連する企業へのインタビュー調査によって情報が集められており、民間企業による評価と考えることができる。最新の2018年のLPIでは、6項目すべての指標で日本が中国を上回っており、日中の物流サービスでは日本のほうが優れているといえる（図3.4.5参照）。



出所：ロジスティクスパフォーマンスインデックス、世界銀行

図 3.4.5：日本と中国のLPI

B) Doing business

世銀は毎年 Doing Business という報告書を公表している。この Doing Business は、世界各国のビジネスのやりやすさを評価していて、その中の一つの項目に「国際貿易 (Trading across border)」という物流指標が採用されている。最新の2019年の Doing Business のこの国際貿易の指標の評価は、中国が65位、日本が56位となっており、日本の方が、国際貿易サービスの評価が高くなっている。ただし、輸出入にかかる税関システムは中国のほうが利用しやすく、かつスピードが速いと指摘する中国企業もある。

C) 日中の物流企業の評価

輸送

インタビュー調査では、日本、中国企業ともに、トラック輸送会社の B2B 輸送サービスの品質、たとえば企業の利便性・定時制・安全性など、の面では日本企業のほうが技術力は上と評価している。とくに、日本企業の B2B 輸送サービスは、顧客の需要に合わせたオーダーメイドのサービスが基本となっており、これが日本企業の最大の強みとなっている。この背景には、全体的・長期的に利益を確保すればいいという経営理念、業界が安定していること、市場が成熟期に入っていることがあるものと考えられる。なお、中国でのインタビュー調査では、物流の緊急時の対応では日本のノウハウの蓄積が大きく、学ぶ点が大いにあるとの指摘もあった。

中国の輸送会社にはサービスの品質・価格面で多様性があり、日本企業と同様のサービスを提供できる企業も現れているが、サービスの品質は低いものの価格をセールスポイントとする企業が多いようである。中国トラック輸送企業の多少性をマクロ的にみれば、「雑でも安いサー

ビス」がほしい顧客、「高価でも品質の良いサービス」など顧客の選択肢が広いという前向きの評価をすることもできる。この点では、中国の物流は優れている。

輸送会社のトラックや倉庫の機材（ラック、フォークリフトなど）は、日中の企業で変わりはない。中国の輸送会社のトラックは古いトラックが多いものの、近年、政府の支援もあって電気トラックの導入が進んでいる。

一方、宅配便など B2C の輸送をみると、京東物流、菜鳥網絡、順豊速運のような中国を代表する宅配企業は、盛んにドローンを利用した配送、宅配ロッカーの技術やノウハウの蓄積を行っており、中国企業のほうが圧倒的に進歩している。これは、技術の差にとどまらず、効率性、コスト削減といった企業の経営面でも中国の宅配業者のほうが競争力があるといえる。また、中国の大手宅配業者は、中国のほぼ全域で 1~2 日以内での配達を可能とする巨大なネットワークとそれを実現する輸送手段、業務実施体制を確立しており、中国の広大な国土面積と人口を考えれば、中国の大手の宅配業者はきわめて高い業務効率を持っていると評価することができる。ただし、顧客側からみれば、どんな技術かにかかわらず高品質のサービス（安い、短時間、安定、安心など）を受けられればよいわけで、このような顧客目線でみれば、サービス技術面では日中には差がないということもできる。

これは輸送に限らず、日本の物流業界全体にも当てはまるが、業界の人材の高齢化が進んでいる。日本の輸送会社の強みであるマネジメント力やサービスの品質は人材、企業ノウハウによるところが大きく、企業ノウハウの伝承が今後大きな課題となる。今後、物流分野でも、AI 利用、システム化、自動化が進むものと考えられる。

倉庫・DC

通常の倉庫のマネジメント能力では日本企業のほうが技術力は高いと言われている。在庫マネジメント、貨物の取り扱い、安全性などの長年のノウハウの蓄積や人材の能力によるところが大きい。前述の京東物流、菜鳥網絡、順豊速運のような宅配企業では、超大型の自動倉庫や DC を実現させており、このような自動倉庫の導入では中国企業が圧倒的に進んでいる。このような AI や IOT を利用した自動倉庫は、倉庫管理のノウハウの蓄積や人材の能力の日中の差を一気に解消した「ゲームチェンジャー」となっている。

ただし、このような倉庫の自動化の中核を担うマテリアルハンドリング機器は、日系（ダイフク、村田製作所など）やヨーロッパ系（シェーファー、Dematec、Vandeelande など）企業製のものを採用しているケースが多い（一部京東などは自社で開発している）。一般的に、倉庫の自動化は搬送・保管・ピッキング、梱包の 4 つの作業が中心になるが、大規模倉庫でこれらを効率的にインテグレーションするには高度なノウハウが必要とされる。中国にもいずれかの技術をもっている企業はあるものの、すべてをインテグレーションして提供できることが日本企業の強みになっている。一方、倉庫内で利用される自走式ピッキングや仕分け用の小型のロボットは中国製のものが価格的に競争力がある。

フォワーダー

日本のフォワーダーは、海外展開の歴史も長く、海外ネットワークの大きさという点では中国のフォワーダーに先んじている。これはフォワーダーの業務自体は先端技術を要するものではなく、顧客と輸送会社のネットワークで成り立つ業態のため、IOT など何等かの技術

が優れているというよりも、ビジネスとして実績、ノウハウ、顧客の確保が進んでいるということである。

AI、IOT、ロボット

輸送や倉庫でみたように、中国企業の新技術、新ビジネス導入のスピード、規模は圧倒的で比較の対象にならない。物流分野に限れば、ロボティクスに関して中国はアメリカと並んで世界のトップとすることができる。中国の IOT やロボットの導入は、巨大な資本を背景に、急激に拡大する宅配需要、物流業界の人手不足へのいわば待ったなしの対応をせまられた結果として必然的なものであった。人口の減少や、貨物量が安定している日本では、新たな技術の導入へのモチベーションが低く、これが日中の差を大きくした要因であろう。

また、日系の物流企業は標準化や物流のデザイン力が低いとの指摘がある。たとえば、アマゾンの輸送用の箱は 8 種類に限定されていて、これによって倉庫の自動化、輸送の効率化ができてきている。中国のアリババや京東などもこのような標準化の発想は優れているものと考えられる。

IOT やロボットの技術開発は日本でも実施されているが、人手不足に対応した自動化に加えて、労働環境の改善を目的とした「ホワイト物流」（環境と人にやさしい物流。「ブラック」の反対のイメージで命名）の技術として開発されている。また、前述のように物流サービスの品質を守るための企業ノウハウを伝承するための AI 利用といった中国の方向性とは若干異なった方向での AI、IOT、ロボット開発が進んでいくものと推察される。

最後に、中国企業の新技術の導入には、完成度が若干低い技術でも果敢に取り入れていくというスピード感がある、との指摘がある。これが、新技術の改善をスピードアップさせ、技術の蓄積につながるという利点もある。

海外展開

物流の分野では、現状では、日本の物流企業の海外進出のほうが数が多いが、日中の技術力やネットワークの差でもなんでもなく、比較をしても意味がない。現状では、中国企業で海外展開している企業は少ない。シノトランス（フォワーダー）、コスコ（船社）など国営やハチソン（現在はシンガポール国籍）やケリー（香港）も中国企業とすると、東南アジアで宅配、輸送・フォワーダー、倉庫、不動産（ターミナルの運営）などの業務展開をしている。また、京東、順豊、申通なども東南アジアを中心に海外展開を開始している。今後の展開は、越境 EC の拡大がポイントであろう。

2) 日中企業の競合・協働の可能性

A) 物流分野での日中協働の機会

物流業界は、日中両国企業が第三者の市場協力を展開する重要な分野であり、「一带一路」への日本の参加、「一带一路」の下での日中の協力が大きなビジネスチャンスとなるものと考えられる。

すでに、日通は中国外運と共同で、ヨーロッパでの共同事業を行っているし、日新は中国外運と共同でベトナムでの協働事業に乗り出している。このように中国は「一帯一路」構想のもと民間企業の海外進出が活発化しており、これが日中の物流企業間の協働活動にチャンスになるものと思われる。中国 CAITEC のレポートによると、ヨーロッパと中国を結ぶ鉄道（いわゆる China Land Bridge）を利用すれば、物流コストは 50%~60%削減できるという。これによって、日本側はヨーロッパ~日本間のルートの多様性及び物流コストの削減、中国側は鉄道の採算性の向上という win-win の関係を構築できる。

このような状況のもと、2018 年 10 月、第 1 回「日中第三国市場協力フォーラム」が北京で開催され、両国の地方政府・金融機関・企業間で 52 件の協力覚書が締結された。この中で、物流分野では、中国外運株式会社と日本通運株式会社が署名した「第三国市場における協力に関する覚書」や、中国国際海運コンテナ(グループ)株式会社と住友商事株式会社が署名した「中国及び第三国における、製造・物流業の自動化・スマート化に関する战略合作意向書」といった日中協力の成果も上がりつつある。

B) 越境 EC

ネットショッピングの進展にともなって、日中企業の取引、越境 EC は拡大している。たとえば、アリババや京東は日本に調達センターをもち日本商品の調達をおこなっている。順豊や新通は日本と中国の越境 EC 貨物の輸送・通関業務もおこなっている。このように日中相互の市場でのビジネスの連携や協働は拡大進化している。一方、東南アジアなどの開発途上国での物流分野での民間企業の協働の事例はほとんどみられなかった。

中国ネットショッピング大手（アリババ、京東）は、中国の銀行などと共同でネットショッピング、キャッシュレス決済など同時に東南アジアに拡大するための活動をおこない、事実、越境 EC ビジネスは拡大している。この分野の今後急速に拡大することが予見されるものの、日本の物流企業にとってこれがビジネスチャンスになるかという疑問符がつく。たとえば、配送サービス、DC サービスなどは、中国大手の宅配業者のほうがビジネスのネットワーク、規模、IT やロボット技術で日本企業を大きくリードしており、日本企業がそこに参入する可能性はほばないものと考えられる。

C) 第三国での物流企業の連携の可能性

以上のように物流セクターにおける日中の関係をみると、中国市場や日本市場での取引、協働活動は活性化しており、日中の物流企業の差が小さくなってきたことで、とくに中国市場での競争が厳しくなりつつある。一方、開発途上国では、港湾や空港、高速道路オペレーションの民営化プロジェクトへの参画の面では競合関係にある。倉庫の自動化システムなどの物流機器の分野では、日中企業は独自の物流機器を開発し、日中両国のみならず途上国市場でシェア獲得合戦をくり広げている競合関係にある。つまり、日中の物流企業の基本的な立場はライバル関係にある。開発途上国では、現地政府の国内企業育成の方針から現地法人との合併を求められるケースがほとんどで、欧米などでも現地での業務の容易さから当然現地法人との関係構築が重要となることから、第三国で日中が協働する直接的なメリットは限られているものと推察される。そのような中でも、日中両国の win-win の関係をベースに、協働の可能性を考えると、以下の 3 つの方向性が考えられる。

- ・ 相互補完：日本の海外ネットワークと中国の貨物需要
- ・ 連衡：日本企業が、第三国の企業と中国企業との緩衝役としてビジネス参画
- ・ 異業種間連携：物流企業とその他の企業の連携による第三国でのビジネス

相互補完

双方の利益が異なる場合は相互補完の関係での協働が成り立つ可能性がある。たとえば、日通と西安の鉄道会社で実施している中国～ヨーロッパ間の鉄道貨物事業は、西安の鉄道会社が運営する貨物列車のスペースを日通が販売、または利用し手貨物輸送をおこなうフォワーディングビジネスで、西安の鉄道会社は鉄道輸送を担当し、日通は欧州でのネットワークを活用したフォワーディングでの貨物を集めることを担当している。つまり、お互いが顧客を取り合うのではなく、互いの業務を持ち寄ることで win-win なビジネスとなっている。このような事例を勘案すれば、日本が強いとされる海外ネットワークと中国市場を結ぶビジネスの可能性はあるものと思われる。

連衡

第三国と日本が協力して、中国企業とビジネスをすることによって、第三国と中国の win-win に協力する。一般的に言って第三国の企業は規模、資金力、経験の面で中国企業に太刀打ちできないため、不合理な取引条件や、JV における中国主導が強すぎる会社経営などを飲まされるケースも多いと聞く。本調査の第三国調査でも、途上国の企業からそのような課題の指摘がされている。日系物流企業が第三国企業と中国企業の事業に参加するようなビジネスチャンスはあるものと推察される（とくに第三国側からの期待）。

異業種間連携

物流企業同士は基本ライバル関係にあるが、異業種間であれば利益の競合はしないため、より第三国でのビジネスのチャンスはあるものと考えられる。たとえば、中国で製造した日本製品を東南アジアで販売することも可能であろう。その際、日本製品の品質、ブランド力と中国の東南アジアにおける華僑のネットワークを使うことによって、日中の企業が win-win でビジネスを展開することが可能と思われる。また、EC の分野では、アリババはすでに東南アジアで広く使われており（アリババは、インドネシア EC の会社を買収）、そのネットワークを使って、日本製品を販売すれば双方のビジネス関係を強化できる。

3.4.4 中国企業における他の先進的な事例

上海市の沖合約 30km に人口島でできた深水港湾「洋山深水港」がある。この洋山深水港は、2005 年に第 1 期 5 バースが開港し、その後 2017 年までに 30 バースが完成し、港全体の取扱量は 1,842.5 万 TEU(2018 年)である。この洋山深水港の第 4 期ターミナルとして 2017 年に開港したのが「全自動化コンテナターミナル」である。この自動化ターミナルは、上海国際港務（集団）が自社開発した全自動化ふ頭スマート生産管理システムと、中国最大の物流機器製造会社、上海振華重工（Shanghai Zhenhua Heavy Industries）が自社開発した人工知能システムを利用している。船からコンテナを下ろし、無人搬送車（Automated Guided Vehicle、AGV）で目的の

場所まで運び、所定の位置に置くまですべて無人でおこなっている(ガントリークレーン(RMG)はコントロールタワーの遠隔作業台から作業しコントロール)。上海国際港務集団(SIPG)傘下の尚東コンテナターミナル分公司が運営している。この無人自動化コンテナターミナルは世界最大規模で、コンテナの積み下ろしだけでなく、コンテナを港内で輸送するAGTへの積み替え、AGTの運転まで自動化されているといったところに先進性がある。



4 第三国調査結果

4.1 日本企業と中国企業の優位性比較

本節では、第三国における日本企業と中国企業が協働の状況について調査結果をまとめる。まずは、調査を通じて把握した日本企業と中国企業の相互の強みと弱みについて整理する。中国企業の強みや弱みについて考察する際に留意すべきは、中国企業を一つのグループで把握することの困難さである。「中国企業」といっても、国土が広大であるだけにその特性は多種多様である。中国企業の中には、本邦企業を凌駕する技術力を有し世界市場を席捲しつつある企業がある。その一方で、低コストだけをたよりに安価な粗悪品を製造し続けている企業や、海外でのビジネスに不慣れで現地社会とトラブルを起こしている企業なども存在する。

日本企業の場合、たとえ所在地や規模、所有形態等が異なっても、製品やサービスの質に大きな差異があるということは考えにくい。だが中国では、立地拠点が沿岸部か内陸部か、大手・中堅企業か中小・零細企業か、国の資本が入っているか否かといった違いで、技術力や事業経験が大きく異なることがありうる。本来、「中国企業」と一つのカテゴリーで区分するのは無理がある。本調査では日本企業と競争、競合関係となる可能性のある中国企業群を対象を限定して情報を収集した。

日本企業と競争、競合関係にある中国企業群の動向をみると、近年の技術力の向上は著しい。早いペースで国際競争力を付けている。日中の技術力の格差は縮小し、中国側の技術力が日本側を凌駕している部分も少なくない。しかしながら両者の技術力を細かく見ると、それぞれに強みと弱みが把握できる。本調査の対象である四分野において、本調査団が各分野の専門家、実務家から聴取した日本企業と中国企業の優位性に関するコメントを整理すると表 4.1.1 の通りとなる。

まず、各分野に共通する内容としては、国・人に対する信頼は、日本が強い。一般的に世界では中国製品の品質に対する不安がある。また、中国が通信を盗聴しているとの懸念があることなど、中国という国自体への信頼が十分にあるとは言えない。逆に、第三国の人々にとって、日本という国や人に対する信頼は比較的厚い。

国際協力の分野においても、中国は中国人中心に事業を実施、運営する傾向があり、現地にノウハウが残らないことが批判されている。一方、日本は現地の人々との共同作業を通じて、ノウハウを残すという点で評価される。この日・中への評価の差は中国側も認識しており、今回の調査において、中国側から、中国製品と日本の信用力を合わせ第三国で協働してビジネスを行うのはどうかとの提案があった。

ビジネスのスピードは、中国が早い。製品が完璧にできていない状況でも営業をかけてマーケットを取り、その後製品の品質を上げていく。とりあえずやってみるというのが中国の文化である。一方、日本は品質重視で完璧を求め過剰品質になる事があり、製品が完成した時には、すでに中国企業に顧客を取られていることが少なくない。その後、当該中国企業が大きな失敗をし、顧客企業が使用する製品を入れ替える事を決断した時、やっと日本企業が完成した製品を売り込むこととなる。こうした状況を中国に拠点を構える複数の日系の部品業者が指摘していた。

また、中国では機密情報が簡単に漏れ、技術をコピーされる問題もある。日本と同様の入退室管理、機密情報管理などセキュリティは徹底されていても、設計図が外部に漏れる事がよくあるようである。今後、日本が中国企業に対して競争力を維持するためには、スピード向上のほか、模倣の防御が必要である。

表 4.1.1 日本企業と中国企業の優位性の比較

	日本企業の優位性	中国企業の優位性
情報通信	<ul style="list-style-type: none"> ・高付加価値の材料・部品を作る技術力（スマートフォン部品生産、特殊用途光ファイバー） ・情報管理面の安全性 ・生産管理（品質管理、納期） ・5G 上の新サービス（ロボット、スマート製造） 	<ul style="list-style-type: none"> ・スピード ・高い研究開発力 ・低いコスト ・完成品の組み立て ・大きな国内市場 ・豊富な IT 人材
軌道交通	<ul style="list-style-type: none"> ・先進的な技術と高品質の設備・部品の開発、実用化(特に時速 300km 以上の高速鉄道用部品) ・運営管理やメンテナンス等のソフト技術 ・軽量化技術 ・高密度な都市活動を可能にした軌道交通システム ・豊富なノウハウ、安全実績及び海外輸出経験 ・製品製造やプロジェクト工程管理の緻密さ 	<ul style="list-style-type: none"> ・製造コストの安さ ・機器設備の性能の向上 ・豊富な新規設備建造実績（世界の高速鉄道のシェアの約 2/3） ・規模の利益
電力設備	<ul style="list-style-type: none"> ・材料・ハイエンド部品の供給（重電メーカー下請けの中堅・中小企業等） ・カスタマイズされた設備をきめ細かく設計 ・プロジェクトマネジメント(工程管理、品質管理) ・環境対策（排水浄化設備、排煙脱硝装置） 	<ul style="list-style-type: none"> ・限られた型式を大量に製造 ・豊富な新規設備建造実績 ・規模の利益
物流	<ul style="list-style-type: none"> ・顧客の需要に合わせたオーダーメイドサービス ・マネジメント力、サービスの品質 ・国際的なネットワーク力 	<ul style="list-style-type: none"> ・定型的なサービスを大量に提供 ・低いコスト ・新技術の貪欲な導入、AI、IoT、ロボットの積極的活用（自動倉庫等）

出所：調査団

情報通信については、日本はスマートフォンにおける一部の部品生産や、光ファイバーの（特殊用途）が強く優位性がある。その反面、中国企業は低コストに強みがあり、最終製品の組み立て、低付加価値品の生産に優位性がある。また、情報通信分野では情報管理の安全性が重視されるが、これについても日本企業の側に優位があるという指摘があった。さらに、品質や納期といった生産管理面でも日本企業側が長じている。一方、中国企業側には、大きな国内市場及び豊富な IT 人材という点で、大きな将来性と優位性がある。

軌道交通分野では、ハード面の技術は両国間で拮抗している、あるいは分野によっては中国側がリードしている。一方、メンテナンスなどソフト面の技術やノウハウについては、日本側が長けている。長期間にわたり利用することが前提となる設備の場合、適切なメンテナンスが行われるかどうかは、事業の持続性や安全性を確保するうえで重要である。日本企業には、豊富な実績に裏付けられた技術とノウハウがあり、これは大きな優位である。一方、中国企業は広い国土で新規設備の建造を繰り返すことで着実に技術力を付けてきた。現在の日本企業には得難い経験を有している。

電力設備については、日本企業にはカスタマイズされた設備を、きめ細かく設計するという場面で優位性がある。その反面、限られた型式を大量に製造することに際しては、中国企業の方が強い優位性を持つ。また日本企業は、プロジェクトマネジメントや環境対策においても、中国企

業に勝っていると指摘される。特に今日は環境面へのインパクトが重視される傾向が強く、環境対策面での技術、ノウハウは日本企業側の大きな優位となる。

最後に物流においては、日本企業側の優位性はカスタマイズされたサービスにある。またマネジメント力やサービスの品質についても、日本の輸送企業の強みである。一方、中国側は定型的なサービスを大量に安価で供給できる面、さらにAIやIoTを積極的に活用し業務の効率化を進めている面で優位性がある。

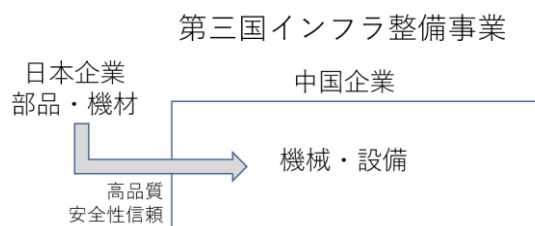
4.2 日中協働の類型化

前項で整理したように、第三国における日中協働事業では、現地国の状況にあわせ、それぞれを補完するかたちで事業展開していると考えられる。日本企業と中国企業が第三国のインフラ整備を協働しているケースを、「部品・機材供給型」、「共同事業体形成型」、「異業種間協力型」の三つに整理した。それぞれについて協働の理由、日中間の役割分担等についてまとめる。

4.2.1 部品・機材供給型

第一のパターンは中国企業が製造や建設する機械・設備に対して、日本企業が部品・機材を供給する形である。日本製の部品や機材は品質が高く信頼されている。特に安全性が重視される部分では、高品質の日本製の部品や機材が欠かせない。中国企業が第三国でインフラ事業を展開するに際しても、日本企業から部品や機材を調達することが不可避となる。この場合、日本企業は高品質の部品、機材を中国側に提供することが役割であり、事業全体の実施に関与することはない。たとえば、後述のベトナムにおける水力発電所プロジェクトがこれにあたる。中国企業が事業の設計と建設、運営に責任を負い、在中国の日系企業が発電機等の一部機材を提供した。

またこのパターンでは、日中の役割が逆転するケースもありうる。第三国のインフラ整備プロジェクトを日本企業が受注し、一部の機材を価格競争力のある中国企業から調達するという役割分担である。北アフリカで日本の重電メーカーが受注した発電所プロジェクトにおいて、一部の機械設備が中国企業から納品されたケースがこれにあたる。



出所：調査団

図 4.2.1 日中協働パターン（部品・機材供給型）

4.2.2 共同事業体形成型

第二は、日本企業と中国企業が共同事業体を形成し、第三国におけるインフラ整備事業に応札し、これを受注するパターンである。例えば、EPC（設計、調達、建設）において、設計（E）は

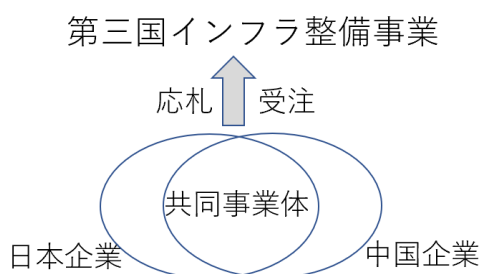
中国が行い、調達（P）の中で、中日合弁や日本の製品を購入し、建設（C）は現地企業が行うといったかたちが見られる。

近年、中国は世界各地でインフラ整備事業を広範囲で進めている。中国企業によって、通信、交通、エネルギーといった分野で、急速にインフラ整備が進んでいるケースが少なくない。しかしながら、前節で指摘したように、一概に中国企業といってもその経験や能力は多様である。一部の企業は海外における事業に慣れておらず、現地の地域社会とのトラブルや、自然環境の破壊、事業の大幅な遅延といった問題を引き起こしている。

現地国、特に開発途上国は、こうした問題に独自に対処することが困難であることが多い。現地国側としては、中国企業が、国際経験豊富な日本企業と共同事業体を組むことで、日本のプロジェクトマネジメント能力や環境対策ノウハウが発揮されるという期待がある。あるいは、日本企業に、中国企業のプレ・スクリーニングのような役割を期待する見方もある。すなわち、現地国側としては、日本企業がパートナーとして選ぶ中国企業であれば、ある程度の能力があり間違いは少ないと期待する。

日本企業側にとっても、中国企業と組むことで、相手側の技術力やコスト面の優位を享受できるメリットがある。特に開発途上国でのインフラ整備事業では、品質に秀でることよりも、コストが低いことが重視されることが多い。こうした事業を日本企業が受注するには、コスト面で優位な中国企業と組むことが必要になっている。

例えば、中南米諸国の太陽光発電プロジェクトに際して、日本の商社と中国企業が共同事業体を形成し受注した事例がこれにあたる。さらに、後述のベトナムにおける二件の火力発電所プロジェクトも、日中が共同で事業を実施した典型例である。



出所：調査団

図 4.2.2 日中協働パターン（共同事業体形成型）

4.2.3 異業種間協力型

第三のパターンは、日中の異業種の企業が各々の優位のある財やサービスを、第三国で相手に提供する形である。上記の二つの類型と異なり、長期の取引関係に基づくもの、資本関係を伴うものである必要はない。両者が第三国において不足しているものを補完しあうことで、相互が第三国市場においてメリットを享受している。

例えば、太陽光発電分野では、中国企業側に大きな優位がある。数多くの企業が参入し、品質面でも価格面で国際的な競争力がある。開発途上国においては、ベトナムのように再生可能エネ

ルギーの利用を国の重要戦略と位置付けている国がある。こうした国では、今後、日本企業の施設においても太陽光発電設備を設置する必要がでてくる。こうした場合、現地の中国企業から太陽光発電設置に向けて良質で安価な設備やサービスを受けることは、日本企業にとってメリットとなる。

他にも、産業廃棄物処理の分野で日中の補完関係がありうる。日本の製造業は、自動車産業をはじめ、産業廃棄物のリサイクルに従来から取り込んでおり、技術とノウハウが蓄積されている。東南アジアなど第三国にリサイクル施設を設けているケースもある。適切に処理され分類された廃棄物は貴重な原材料であり、世界各地で需要がある。地球レベルでの資源の枯渇への懸念が大きくなる中で、産業廃棄物リサイクルの重要性は今後一層高まることが予想される。だが、日本の物流企業は産業廃棄物の国際的な運搬には本格参入していない。一方、中国の物流企業の中には産業廃棄物やリサイクル資源の運搬に特化しているところがあり、こうした企業を活用することで、日本の産業廃棄物関連産業は、第三国での事業展開を進めることが可能となる。



出所：調査団

図 4.2.3 日中協働パターン（異業種間協力型）

4.3 日中協働の事例分析

前節の類型化にしたがい、実際に第三国において日本企業と中国企業が現地のインフラ整備事業に参画した事例について分析する。本調査では第三国事例分析のためにベトナムとタイの二カ国で現地調査を行い、現地の関係者から見解や情報を聴取することができた。本節はこうした現地情報を参照して構成されている。しかしながら、ここで取り上げた事例とそれぞれに関する情報については、すべて各国のメディア、関連企業、団体等のウェブサイトで一般公開されている情報に基づくものである。

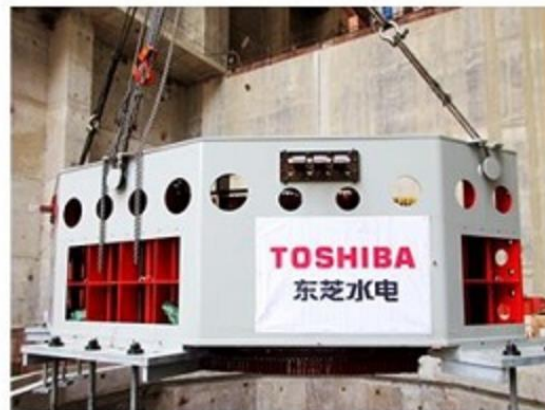
なお、最後のカザフスタン製油所近代化事業は、本調査の対象分野ではないものの、日中協働の経緯が興味深い事例であるため取り上げた。

4.3.1 ベトナム チョンソン水力発電事業 【部品・機材供給型】

事業概要

チョンソン水力発電所は、ベトナム北中部のタインホア省に新設された合計出力 26 万 kW の発電所である。公開情報によると、本事業に対しては、2011 年に世界銀行から総額 3 億 3000 万米ドルの融資が実行されている。ベトナム電力公社傘下のチョンソン・ハイドロパワー・カ

ンパニー (Trung Son Hydro-power Company) が水力発電設備の調達を担当し、2013 年にこれを受注したのが中国杭州における東芝グループ会社の東芝水電設備有限公司 (以下、東芝水電) と、中国水電工程顧問集団有限公司 (Hydro China Corporation) とのコンソーシアムであった。同案件は、東芝水電としてベトナムにおける初めての受注・納入であった。2017 年 9 月には、同発電所の 1~4 号機のすべてが、営業運転を開始した。同発電所は、電力供給の外に、ダム建設で干ばつや洪水対策に寄与すると期待されている⁸⁴。



出所 : https://release.nikkei.co.jp/attach_file/0456395_01.JPG

写真 東芝水電が供給した水車と発電機

協働に至った背景と経緯

東芝水電は、2005 年の設立以降、87 台の水車・ポンプ水車、101 台の発電機・発電電動機を、中国及び周辺国で受注し納入している。特に中国水電とは長い業務関係があり、同社の水力発電事業に東芝水電側が機材を納めてきた。こうした業務関係があるため、中国水電のベトナム事業に東芝水電が参加することになった。

協働の種類

東芝水電は、6.5 万 kW のフランシス水車、発電機および各種付帯設備 4 セットの供給を担当した。機材を供給するだけで事業のマネジメントには積極的には関与していない。

今後の計画

ベトナムにはメコン川などの豊富な水資源があり、水力発電は現在、同国のベースロード電源として総発電設備容量の約半数をまかなっている。同国では、高い経済成長を背景に 2020 年まで年率 13%程度で電力需要が増加すると予想されており、発電設備容量を現状の 2 倍の 7,500 万 kW まで増加させる計画がある。

東芝グループは日本国内では水力発電用の機材を製造しておらず、中国杭州の東芝水電が製造の拠点の一つになっている。今後もベトナムなど中国周辺国での水力発電事業には、東芝水電が中国企業と協働で参入してゆくことが見込まれる。

⁸⁴ https://www.nikkei.com/article/DGXLRSP456395_W7A900C100000

4.3.2 ベトナム ハイフォン第二火力発電所事業 【共同事業体形成型】

事業概要

ハイフォン第二火力発電所は、ベトナム電力公社のグループ企業であるハイフォン火力株式会社（Hai Phong Thermal Power Joint Stock Company）が進め、2013年に商業運転が開始された事業である。600 MW（300 MW ×2 基）規模の亜臨界圧発電所である。丸紅と中国の東方電気集团公司の共同事業体が発電プラント機器の供給・据付を行った。燃料は同国産の無煙炭である。

本事業は国際協力銀行（JBIC）と民間金融機関との協調融資事業であり、JBICからは総額約73億円を限度とするバイヤーズ・クレジットが提供された⁸⁵。この融資はハイフォン火力株式会社が丸紅から発電プラント機器を購入する資金として充てられた。

協働に至った背景と経緯

中国国内において丸紅は東方電気と数々の発電所を建設した実績を有する。中国の重電機メーカーは中国国内景気の動向を視野に入れ、主にアジア諸国向けに輸出攻勢をかけており、ベトナムも注力市場のひとつとなっている。本事業に先立ち、ベトナム国内でも丸紅は東方電気と同規模の石炭火力発電所を共同受注しており、こうした実績が応札の際に評価された。

協働の類型

契約内容は機器納入及び土木据付工事を含むフル・ターンキー事業である。丸紅は主機である蒸気タービン及び発電機を丸紅が本邦企業から調達・納入し、東方電気集团公司はボイラー等関連設備・土木据付工事を担当した。日本企業と中国企業が共同事業体を形成して事業を実施するパターンである。

今後の計画

丸紅のウェブサイトによれば、中国メーカーの価格競争力を生かせる案件について、今後も東方電気をはじめ中国大手重電機メーカーとの更なる協調関係を構築し、第三国向けの新規大型発電所建設に取り組む方針と示されている⁸⁶。

4.3.3 ベトナム ブンアン第二火力発電所事業 【共同事業体形成型】

事業概要

ブンアン第二石炭火力発電所は、ベトナム北中部のハティン省のブンアン経済区内に建造が予定されている事業である。発電能力は660 MW×2基の規模である。建設・運営・譲渡（BOT）方式をとる。2021年の稼働開始が目指されている。三菱商事と香港企業との合弁企業によって、事業が準備され、事業実施に向けて中国企業と現地企業を交えた共同事業体が形成された。

⁸⁵ <https://www.jbic.go.jp/ja/information/press/press-2006/0329-6383.html>

⁸⁶ https://www.marubeni.com/jp/dbps_data/news/2006/061116c.html

協働に至った背景と経緯

三菱商事は東南アジアにおける事業展開を進めるため、香港の China Light and Power (CLP) と共に One Energy 社という合弁事業を設立した。そしてこの One Energy 社は、2007 年にベトナム企業とともに、ブンアン第二火力発電所建造を目的として、VAPCO 社という合弁会社を設立した⁸⁷。

2017 年の 4 月に、中国の China Energy Engineering Group Guangdong Power Engineering Co, Ltd. (Energy China GPEC)、米国の GE、そして上記の VAPCO 社の三社により共同事業体が、本事業の EPC コントラクターになることが確認された⁸⁸。

協働の類型

日本企業と中国（香港）企業が共同事業体を形成し、事業に投資し、建設に責任を負うという形態をとっている。日本企業が共同事業体の構成員として関与していることで、工程管理などプロジェクトマネジメントが強化されることが現地側から期待されている。

今後の計画

三菱商事はブンアン第二火力発電所の他にも、ビントゥアン省に Vinh Tan 第三火力発電所（1,980MW）への投資を予定している。これも香港の CLP 社との協働であり、本事業では中国の Harbin Electric International Corporation が EPC コントラクターを務める⁸⁹。2015 年には中国開発銀行の本事業への融資に関する覚書が交わされている⁹⁰。

4.3.4 タイ スマートシティ開発（日中協働検討段階）

事業概要

スマートシティ開発とは、IT 技術を活用し、環境や社会に配慮した、効率的で住みやすい街づくりを進める構想である。タイではバンコクをはじめとする 7 県でスマートシティを開発する計画を進めている⁹¹。そのなかでも、首都から東部に展開する東部経済回廊（EEC）には、チョンブリ県、ラヨン県、チャチュンサオ県の三つの対象県がある。EEC は産業インフラが充実しており、日本企業をはじめとして多くの外資企業が生産拠点を置いている。バンコクの二つの空港と、ラヨン県のウタパオ空港をつなぐ高速鉄道を建設する計画もある。EEC におけるスマートシティ構想は大きな注目を集めている。

EEC に二つの工業団地を持つ AMATA 社によると、チョンブリ県の工業団地において、既存の工業団地に隣接したスマートシティを新設する計画がある。タイ国エネルギー省も、「スマートシティ実証事業」の第一号地域として、AMATA Smart City Chonburi 工業団地を既に選定している⁹²。現時点の構想では、ここには Chinese Smart City Zone と Japanese Smart City Zone

⁸⁷ https://www.banktrack.org/project/vung_ang_ii_thermal_power_plant_vietnam

⁸⁸ http://en.gpec.ceec.net.cn/art/2017/4/17/art_21900_1371813.html

⁸⁹ <https://www.zawya.com/mena/en/project/220319085528/electricity-of-vietnam-vinh-tan-3-coal-power-plant/>

⁹⁰ https://www.banktrack.org/project/vinh_tan_iii_thermal_coal_power_plant/

⁹¹ <http://u-machine.net/sp/feature/article/610>

⁹² https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000138.pdf

の二つが設置される。前者の開発において AMATA 社は中国の南京市と覚書を取り交わし、中国企業向けの新特区を建設予定である。一方、後者の開発には横浜市の外郭団体である YUSA（一般社団法人 Yokohama Urban Solution Alliance）が技術協力を行っている⁹³。

協働に至った背景と経緯

タイ政府としては、EEC 地域のスマートシティ開発と、周辺の産業インフラ整備を重視しており、日本企業と中国企業が協働してこれを進めることを期待している⁹⁴。AMATA 社も二つの Zone を通じて、最終的には日中企業が協働で開発に取り組むことを期待している。

また、高速鉄道事業や EEC 地域の港湾整備事業等に対しても、タイ政府は JBIC と中国開発銀行の双方に資金協力を求めていると報道されている。おそらく現地政府側の意向も受けて、日中協働が検討されているのではなかろうか。

協働の種類

スマートシティ開発はまだ本格化していない。AMATA 社の工業団地についても、現時点では中国 Zone と日本 Zone が別々に検討を進めている状況にある。EEC 地域の産業インフラ整備についても準備段階のものが多い。

今後の計画

報道によれば⁹⁵、高速鉄道事業に日中が協働して応札する計画がある。だが、現時点で詳細は明らかになっていない。また EEC 地域の港湾の拡張事業に際しても、日本企業が中国企業と協働で参入する可能性がある。

4.3.5 カザフスタン アティラウ製油所近代化事業 第三フェーズ【共同事業体形成型】

事業概要

アティラウ製油所は、原油処理量で約 10 万バレル/日 規模のカザフスタン国内最大の製油所である。第三フェーズでは流動接触分解装置を中心とする主要プロセスユニットを導入することにより、欧州基準に適した環境負荷の低い石油製品を増産することが目論まれた。

事業は、設計・調達・建設（EPC）契約により進められた。丸紅、中国石化集団煉化工程公司（シノペック・エンジニアリング社）及び現地企業（KazStoryService）のコンソーシアムが 2011 年にこれを受注した⁹⁶。

協働に至った背景と経緯⁹⁷

丸紅は 1999 年にカザフスタン政府とアティラウ製油所近代化案件推進に関する覚書を締結し、2001 年に同製油所と日揮・丸紅コンソーシアムの間で EPC 契約を締結した。契約金額は約

⁹³ AMATA Corporation での面談から（2019 年 7 月 23 日）

⁹⁴ 'China, Japan to join EEC smart city plan' 7 May 2019, Bangkok Post 紙
<https://www.bangkokpost.com/business/1673272/china-japan-to-join-eec-smart-city-plan>

⁹⁵ <https://www.asahi.com/articles/ASLCD7KGQLCDULZU00T.html>

⁹⁶ https://www.marubeni.com/jp/dbps_data/news/2011/111230.html

⁹⁷ 「丸紅、カザフスタン共和国・アティラウ製油所近代化」JOI, 2015 年 7 月

2億ドルであり、対カザフスタン向け初となる国際協力銀行のバイヤーズ・クレジットが適用された。契約発効に遅延があったものの、2006年には完工した。

続いて丸紅は、2008年に同製油所近代化事業の第二フェーズを提案した。当時、カザフスタンはリーマンショックに端を発した金融危機に面していた。これに対して中国が支援を表明し、2009年に油田権益獲得資金も含めた総額100億ドルの融資契約を締結することになった。このうち、35億ドルが中国製品タイド融資となった。この中国の資金支援を追い風にして、中国のシノペック社が第二フェーズに応札することとなった。その結果、シノペック社と現地企業とのコンソーシアムが事業を受注することになり、EPC契約が調印された。

その後2011年になると、原油重質部留分を高品質の石油製品に転換させるための近代化第三フェーズを進めることが決定された。シノペック社は第三フェーズの受注を狙っていたが、カザフスタン側には、中国企業単独へ大型案件を連続発注させることに対する躊躇があり、日本のブランドを入れることでの安心感を必要としていた⁹⁸。また、シノペック社側にも海外EPC契約履行の経験不足から、特に不慣れな海外機器調達に対する不安があった。そこで、第三フェーズに際して、丸紅はシノペック・エンジニアリング社に対してコンソーシアムを組むことを提案した。同社はこれを受け入れ、丸紅、シノペック・エンジニアリング社と現地企業との三者コンソーシアムが応札し、受注につながった。国際協力銀行と中国輸出入銀行からの融資案件となった。

協働の類型

日本企業と中国企業が共同事業体を形成して事業実施を進めたかたちである。丸紅が機器調達スコープを請負い、さらに日中共同融資が手配された。

今後の計画

丸紅は2010年にシノペック社と戦略的包括協力契約を締結し、中国国外でのEPC案件受注に向けて協力体制を築いた。同社のウェブサイトでは、シノペック・エンジニアリング社との互恵的な協力関係をもって海外プロジェクトの共同受注をさらに目指していく方針が示されている⁹⁹。

⁹⁸ <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keikyou/dai35/siryou1.pdf>

⁹⁹ https://www.marubeni.com/jp/dbps_data/news/2011/111230.html