

中国における半導体集積回路産業の専利導航分析レポート概要

2021年7月8日

JETRO 香港事務所

中国では、IP ランドスケープに近い概念を持つ「**専利導航 (特許ナビゲーション)**」を政策的に進めている。2021年6月1日には、特許情報分析を R&D だけでなく、企業経営や人材管理、地域・産業計画などに応用することを定めた国家標準「**専利導航指南**」(GB/T39551-2020) が正式に施行された。この専利導航推進政策の一環として、広東省をはじめとする地方政府機関では、中国における重要分野についての知財・技術・産業分析が進められている。本稿では、2021年4月末に広東省市場監督管理局(知識産権局)から公表された「**広東省半導体集積回路産業専利導航分析報告<sup>1)</sup>**」(以下、「本レポート」という)の概要を紹介する。(以下、下線は筆者による強調。)

## 1. 構成

本レポートは全体で 305 ページからなる。まず世界の半導体集積回路産業の発展過程を米欧日韓台とともに概観し、米中対立などを背景とした中国の現状と解決すべき「ボトルネック (卡脖子)」技術について国内外主要企業の動向など踏まえて紹介。最後に、中国、特に広東省の半導体集積回路産業の強化策として、投資リスク低減や国内外からの技術導入への知財データ活用などの提言を行うものとなっている。

知財情報分析に関しては、昨年のも<sup>2)</sup>と大きく異なり、各技術分野における特許公開件数の増加率比較や主要企業の代表的な特許の紹介、集積回路配置利用権登録のランキングなどかなり簡易な分析となっている。なお、データベースとして「六稜鏡 SIXLENS<sup>3)</sup>」が用いられている。

<sup>1)</sup> 広東省市場監督管理局 [http://amr.gd.gov.cn/zwdt/xwfbt/content/post\\_3273422.html](http://amr.gd.gov.cn/zwdt/xwfbt/content/post_3273422.html)

<sup>2)</sup> 2020 年には、「戦略性新興産業」(1.新世代情報技術産業、2.ハイテク装備製造産業(産業用ロボット、軌道交通など)、3.バイオ医薬産業、4.1.グリーン低炭素産業:省エネ環境保護、4.2.グリーン低炭素産業:新エネルギー、4.3.グリーン低炭素産業:新エネルギー自動車、5.海洋経済産業、6.現代農業産業、7.新材料産業(希土類関連)、8.デジタル経済産業)についての分析が広東省から公表されている。詳細は【香港発中国創新 IP 情報】中国版「特許出願技術動向調査」の紹介(2020年6月4日) [https://www.jetro.go.jp/ext\\_images/world/asia/cn/ip/pdf/rphk\\_ip20200604.pdf](https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/asia/cn/ip/pdf/rphk_ip20200604.pdf) を参照されたい。

<sup>3)</sup> 北京市海淀区政府及び北京汽車集団等が出資する「六稜鏡知識産権科技集団」が 2019 年 4 月に発表したサービスであり、知財の他、工商登記、投融資、科技文献、標準など 12 種の異種データリソースによる分析を提供するとされている。同集団は国家知識産権ビッグデータ産業応用研究基地の建設に携わっている。

## 2. 各項目の概要

本レポートは一部で内容に重複があるため、再構成して概要を紹介する。

### (1) 世界の半導体集積回路産業・政策の動向

- ・ **全体動向**：産業中心地は米→日→韓・台と移行し、現在は中国へ移行中。
- ・ **米国**：50年代に国防・航空宇宙目的などで政府が積極的に R&D 投資・政府調達を実施。日本に追い抜かれた 80年代、反トラスト法を緩和するとともにアンチダンピング訴訟など保護的な貿易政策を実施、日米半導体協定締結。現在は垂直統合型 (IDM) から水平分業に変化、設計や設計ソフトウェアで大きなシェア。

#### ※米国による対中技術貿易障壁

- ・ 2018年の米中貿易戦争は ZTE 事件 (イランへの技術提供) から始まり、2019年の華為等のエンティティリスト掲載と 2020年の相次ぐ制裁によるハイシリコン Kirin チップ製造制限や半導体販売制限を実施。2015年の清華紫光によるマイクロン買収阻止なども中国対策の一環。その他、ワッセナー協約や CFIUS (対米外国投資委員会) の投資・買収による技術獲得の制限、337 調査などについて言及。
- ・ **欧州**：アナログ回路、電源等の特定分野で競争力があるが、リソースが分散し全体的には弱い。Infineon と Siemens、NXP と Philips などメーカーとの関係で強み。IMEC が研究分野で貢献。設計の ARM、製造装置の ASML など特定領域で強み。
- ・ **日本**：1957年の電振法、70年代の超 LSI プロジェクト等により 80年代には急速に発展 (特に DRAM)。90年代以降、米国のダウンサイジングと韓台の低コスト品によりシェア低下。エルピーダを除き DRAM 撤退、付加価値の高い SoC に移行。
- ・ **韓国**：80年代からサムスン等が参加する超 LSI プロジェクト開始、PC 向け低価格 DRAM でシェア拡大。2009年以降、サムスン、SK は投資や共同研究などにより設備開発を支援。2016年には政府が設計・装置・材料開発向けファンド設置。
- ・ **台湾**：米国企業によるパッケージング工場建設から始まり、現在は TSMC、UMC、力積電、VIS などのファウンドリに強み。設計 (MediaTek など) からウェハ製造、パッケージング&テスト、装置、材料などに関わる企業も存在。
- ・ **中国**：1956年に半導体開発を掲げるも成果は小さく、2008年の国家科技重大項目開始が転換点。国家集積回路産業投資基金による海外企業の合併、買収と技術の消化吸収を支援。重要政策は 2014年の「国家集積回路産業発展推進綱要」等。投資は 2016年に向け急増後、減少傾向。内訳は設計とディスクリート半導体に集中しているが、国家集積回路産業投資基金 (一期) ではファウンドリが 67%と最多。

## (2) 各プロセスの主要企業と中国の課題

米国による制裁により「市場を技術に換える」戦略はもはや実現不可能であり、「エンジニア人口ボーナス」によるコア技術の国産代替が必要、との認識から各プロセスにおける主要企業の状況と中国の課題を提示している。

### ①集積回路設計（EDA 中心に）<sup>4</sup>

- ・EDA ソフトウェアは米国企業（Synopsys、Cadence、Mentor Graphics (Siemens に買収)）3社が、設計のシミュレーション、デジタルフロントエンド（図形編集、論理合成など）、デジタルバックエンド（チップレイアウト設計、物理検証など）、DFT（テスト容易化設計）など全プロセスをカバーしており、世界市場で 60%～80%のシェアを占め、前二者は ARM に次ぐ IP コアベンダでもある。
- ・中国企業としては、北京華大九天、芯愿景、杭州広立微、芯和半導体（上海）、天津藍海微、湖北九同方微、奧卡思、概倫電子/北京博達微、蘇州珂晶達などがあるが小規模であり、中国市場は上記米国企業 3社が 90%超のシェア。

#### 【中国の課題】

- ・最大の課題は、中国企業の EDA ツールがチップ設計の全体プロセスをカバーしておらず不完全であること。特許分析では華大九天は主に配置及び配線、レイアウト設計、物理検証などのデジタルバックエンド領域で特許ポートフォリオを構築しているが、RTL シミュレーション、論理合成、静的タイミング解析、形式検証、DFT、寄生抽出などのコア領域の特許は比較的少ない。
- ・開発段階でファウンドリや設計企業の協力が得られずプロセス開発後に一部のデータしか取得できないことも課題。上下流の架け橋である「EDA ツール+IP（コア）ライセンス」連携とプロセスデザインキット（PDK）の基盤がない。また、最先端プロセスに未対応（多くが 14nm プロセスまで）、人材不足（大手の華大九天の R&D チームは約 400 人であるのに対し、Synopsys は 7,000 人以上とされる）も課題。
- ・SMIC との連携推進や EDA 開発ガイドライン策定、EDA-IP-OEM 連盟成立に期待。
- ・IP コアで独占状態の ARM に対しては、オープンソースの RISC-V や MIPS に期待。

### ②半導体製造（ファウンドリ）

- ・TSMC（台）、サムスン（韓）、Global Foundries（米）、UMC（台）、SMIC（中）の上位 5 社で市場の 88%を占有。TSMC は 2018 年に 7nm プロセスを開始、2022 年には 3nm を量産予定。他方、SMIC は 2019 年に 14nm 開始。
- ・先端プロセスでは 28nm プロセスの後に分岐点があり、16/14/10/7nm FinFET、

<sup>4</sup> 設計企業、例えば Qualcomm や Broadcom、NVIDIA、AMD 等についての言及はほとんどない。

GAAFET、MBCFET と FDSOI（完全空乏型シリコン・オン・インシュレータ）に分かれる。前者は TSMC、後者は Global Foundries、サムスンが先行。後者は低消費電力が特徴で IoT や自動車、5G に適しているがスズーシリコン膜制御が困難。

### 【中国の課題】

- ・近年、大型の半導体製造プロジェクトが組成されたが、停滞・未完に終わるものが続出。（例：武漢弘芯、成都格芯、南京徳科碼、徳淮半導体、貴州華芯通など）
- ・グローバルな産業エコシステムへの統合不足、トレンドの盲目的追究、歪んだ政治的成果への駆り立て、長期投資の必要性への理解不足、調査・判断能力不足による市場評価とデューデリジェンスの欠陥を教訓とすべき。
- ・先端プロセスでは SMIC において ASML の EUV 装置導入（7nm 用）に支障。

### ③半導体製造装置

- ・米国企業はプラズマエッチング、イオン注入、エピ成長、CVD、スパッタ、アニール、銅メッキ、レジスト除去、マスク、テスト、洗浄に強み。日本企業は露光、コータ、デベロッパ、パッケージング、減圧 CVD、プラズマエッチング、テスト、搬送装置に強み。オランダは EUV で独占。中国企業のシェアはわずか。

露光	ハイエンド市場（EUV、液浸）：ASML(蘭) 中間・ローエンド市場：ニコン、キャノン	上海微電子裝備、北方華創
エッチング	Lam Research (米)、東京エレクトロン、Applied Materials (米)	中微公司、北方華創
成膜	PVD：Applied Materials、Evatec(スイス)、アルバック CVD：Applied Materials、東京エレクトロン、Lam Research	瀋陽拓荊、北方華創
イオン注入	Applied Materials、Axcelis (米)	－
洗浄	大日本スクリーン、東京エレクトロン、Lam Research	盛美、北方華創、屹唐
研磨	Applied Materials、荏原	電科 45 所、華海清科
テスト	Teradyne(米)、アドバンテスト（中国でのシェアはこの 2 社で約 8 割）、Cohu(米)	華峰測控、長川科技、武漢精鴻（メモリ）

（上記以外にも KLA-Tencor、ASM International、日立ハイテク、日立国際電気などが例示）

### 【中国の課題】

- ・製造装置は技術レベルが高く中国に技術蓄積が少ない。このため、ゼロから開発を始めると長い R&D サイクルが必要となり、需要と成長機会を逃すことになる。
- ・中国企業は海外のトップチームから帰国した者の創業や海外企業の買収によって技術レイアウトを完成させており、エッチング装置や露光装置、洗浄装置、成膜装置

などでゼロから 1 を達成。今後の装置の対象領域やシェア拡大に期待。

#### ④半導体材料

- ・シリコンウェハ材料、フォトレジスト、CMP 研磨剤量、半導体用ガスなどで日本、米国企業が寡占。
- ・中国では、国内ファウンドリ（SMIC 等）やパッケージングの設備投資に伴って半導体材料の需要が増加。150mm（6 インチ）は国内供給で足り、200mm（8 インチ）も生産拡大中だが、300mm は輸入に依存（需要 150 万枚/月に対し国内供給は 20 万枚/月）。
- ・第三世代材料として、高温・高出力・高電圧・高周波デバイス向けで GaN（5G や急速充電などのパワー半導体や LED・レーザーなど光学向け）と SiC（EV など高電圧パワー半導体向け）に注目。

シリコン	信越化学、SUMCO、GlobalWafers、シルトロニック、SK シルトロンが 93%シェア	
フォトレジスト	東京応化、JSR、信越化学、富士フイルムが 72%シェア EUV 向けは富士フイルム、信越化学、住友化学が強い	
CMP 研磨材料	フジミ、日の本研磨材、Cabot、デュポン Rodel、Eka、ACE などが 90%シェア、中国では Cabot が 64%シェア	安集科技（中国で 22%シェア）
半導体用ガス	エアー・プロダクツ・アンド・ケミカルズ、プラクスエア、リンデグループ、エア・リキード、大陽日酸が 90%以上シェア	中国市場の 88%は外資

#### 【中国の課題】

- ・ローエンド品は自給自足を達成したがハイエンド品にはまだ産業障壁がある。国内ファウンドリの設備投資拡大で需要が高まる中、現在、国内ファウンドリ側での国産材料の検証が進んでおり、信頼性が高まれば全面的に国産品に代替される時代に。

#### ⑤パッケージング&テスト<sup>5</sup>

- ・従来技術（DIP、SOP、QFP、PGA）から第三世代（BGA、CSP、FC）へ。微細化による歩留まり低下や 5G 対応で、将来は WLP（ウェハレベルパッケージング）、TSV（シリコン貫通ビア）、SiP（システム・イン・パッケージ）などが主流へ。
- ・台湾、中国、米国企業が寡占。中国企業は買収により急成長し、世界の 20%シェア。主な中国企業は長電科技（JCET、2015 年にシンガポール STATS ChipPAC を買収）、通富微電（TFME）、華天科技、晶方科技であり、例えば長電科技は SiP、ファンアウト、低コスト FC など先進技術でも海外先端企業（台 ASE、台 SPIL や

<sup>5</sup> 注：⑤については中国の課題について明記なし。

米アムコアなど) に匹敵。

## ⑥メモリ<sup>6</sup>

- ・ DRAM では DDR 4 が主流に、フラッシュではサムスン・東芝・Western Digital、Micron、Intel、SK による 3D NAND が主流となり 96 層 3D NAND の量産達成。NOR も AMOLED や IoT 機器、スマートカー向けで再度需要拡大。
- ・ メモリは中国の集積回路輸入額の 1/4 を占めるが、中国企業も急成長。兆易創新 (24nm 工程 NAND)、長江存儲 (紫光集団子会社、自主開発 Xtacking 構造 64 層 3D NAND、武漢の国家メモリ基地での 128 層 QLC3D NAND 開発に成功)、合肥長鑫 (19nm 第一世代 8Gb DDR4) など。

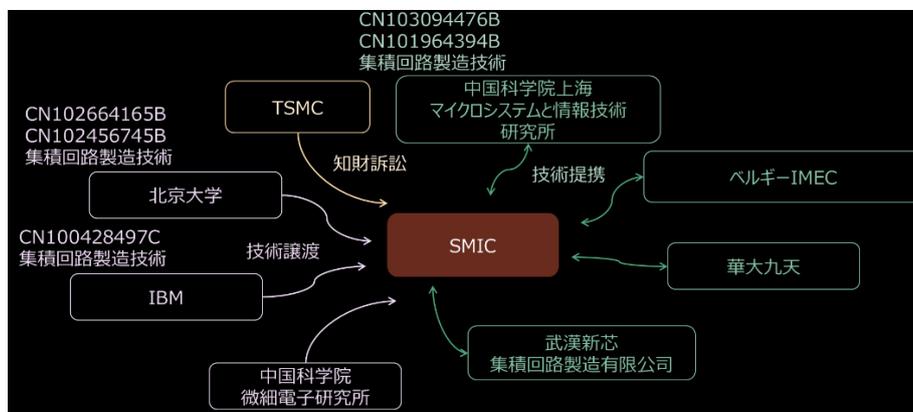
### (3) 代表企業

- ・ Intel、華為、TSMC、SMIC、ASML、中国科学院微電子研究所を取り上げ、動向や競合・協力関係図、特許ポートフォリオについての定性的な説明<sup>7</sup>、主要な特許文献の紹介などがなされている。

(例) SMIC (中芯国際)

- ・ 2000 年設立、2020 年科創板上場。世界 4 位、中国首位のファウンドリ。
- ・ 0.35 $\mu$ m から 14nm までの製造工程設計や製造サービスを提供。例：ロジック回路、CMOS 混合信号周波回路、高電圧回路、SoC、フラッシュメモリ、EEPROM、映像センサ、LCoS マイクロディスプレイ技術など。
- ・ 国内外の大学や研究機関と連携。一方 TSMC など競合からの知財訴訟に苦しむ。
- ・ 主要特許では、リソグラフィ (SADP 等)、配線 (超音波・ダブルパルスめっき法の融合による配線技術等)、FinFET 関連に注力。

SMIC の競合・協力関係図



<sup>6</sup> 注：⑥については中国の課題について明記なし。

<sup>7</sup> 注：具体的な統計数値は示されていない

#### (4) 産学研連携動向

- 中国の大学・研究機関の半導体関連特許出願は、中国科学院（微電子研究所、半導体研究所、上海微系统与信息技术研究所）、西安電子科技大学、電子科技大学、北京大学、清華大学、復旦大学、浙江大学、上海交通大学等が上位に。
- 中国では、2019年に北京大、復旦大、厦門大、清華大が「国家集積回路産教融合イノベーションプラットフォーム」を開設、南京市江北新区では中国初の集積回路産業共同イノベーション学院を開設、2020年には南京集積回路大学が成立するなど半導体分野の強化の動きがある。
- 清華大学の産学研共同研究について具体的に紹介。同方威視（NUCTECH）、フォックスコン、華海清科などと、光電デバイス、ディスクリート半導体、製造装置などについて共同研究を実施。

#### (5) 知財関連動向

##### ① 中国に出願された半導体関連特許（発明専利）の動向

- 2020年までの直近五年間の公開件数の伸びでは、設計、パッケージング&テスト、光電デバイス、センサに関する中国籍出願の伸びが大きい。なお、広東省籍出願については、各技術分野項目をさらに細分化した件数分布が紹介されている。

中国に出願された特許の公開件数（2020年までの累計<sup>8</sup>）

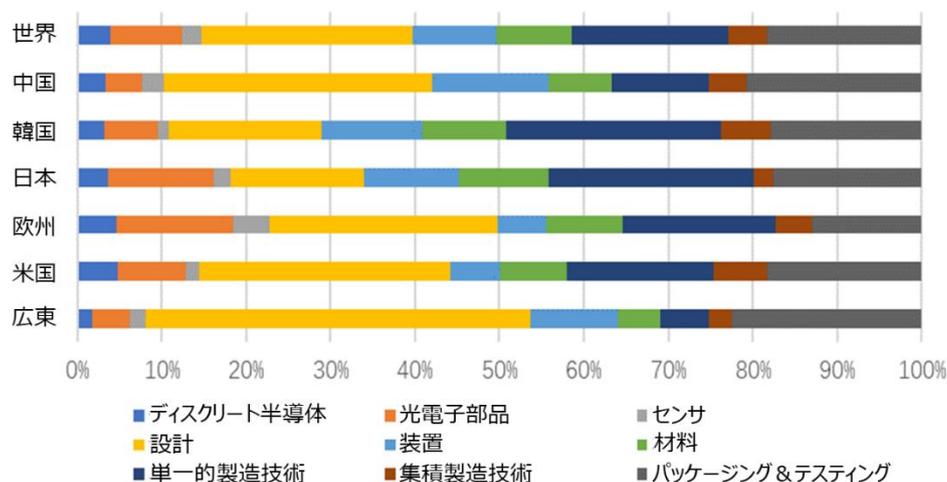
技術分野	細分項目	中国籍出願		外国籍出願	
		公開件数	直近五年増加率	公開件数	直近五年増加率
集積回路	設計	101,847	<b>17%</b>	60,727	5.9%
	単一製造技術	36,683	5.8%	22,113	2.8%
	集積製造技術	14,636	9.4%	8,163	4.5%
	パッケージング&テスト	71,351	<b>17.2%</b>	34,447	6.1%
	装置	49,604	10.7%	20,873	4.5%
	材料	24,644	6.1%	13,287	1.3%
ディスクリート半導体		10,424	9.1%	6,472	-2.2%
光電デバイス		13,743	<b>17.9%</b>	8,080	6.2%
センサ		10,858	<b>26.9%</b>	2,638	8.4%

<sup>8</sup> 注：何年からの公開を対象としたかなどについて記載がなく、抽出条件が必ずしも明確でない。

## ②世界の半導体関連特許の動向

- 出願人国籍別の出願動向の分野別割合では、中国は設計、製造装置に関する特許出願が多く、光電デバイス、材料、製造技術に関するものが比較的少ない。

出願人国籍別の出願動向の分野別割合<sup>9</sup>



## ③集積回路配置利用権登録の動向

- 2020年までに中国で登録・公開された集積回路配置図は合計38,869件であり、広東省(7654件、19.7%)、上海市(6733件、17.3%)、江蘇省(6335件、16.3%)、北京市(2402件、6.2%)と浙江省(2164件、5.6%)の順となっている。
- ランキングでは、米 Analog Devices、艾為電子(上海)、華潤集團(香港)、合肥宏晶(安徽)、貝嶺(上海)などが上位となっている。

## ④訴訟の動向

- 海外での特許訴訟の事例として、2006年に米国において深圳朗科が原告として米国 PNY を特許権侵害で訴えた案件(2020年に和解)の経緯を詳細に紹介している。
- 米国 ITC の 337 調査について、2019年の IFT 社による步步高、VIVO、OPPO、OnePlus、TCL の提訴等、IT 企業を中心に中国企業が巻き込まれるケースが増加。中国企業は受動的で法律・言語環境に不慣れ等を理由に反撃せず不利になる傾向。
- 国内の半導体集積回路関連の訴訟関連専利件数は累計 180 件であり、集積回路設計が最も多く 94 件、次いで光電デバイス 21 件、材料 18 件、製造装置 17 件、単一的製造工程 15 件、センサ 12 件、集積製造工程 5 件、ディスクリート半導体 5 件。事例として 2018 年に深圳匯頂科技と上海思立微が互いに特許権侵害で訴え合ったケースを紹介。また、集積回路配置利用者権侵害訴訟の 2 事例も紹介。
- 人材流出リスクについて、指紋認識チップに関する敦泰科技と信焯科技との紛争(退職者の競業避止義務、特許所有権、営業秘密など)のケースが紹介されている。

<sup>9</sup> 注：ファミリーであるか否かなどについて記載がなく、抽出条件が必ずしも明確でない。

## (6) 提言

本レポートでは、広東省政府・企業等を対象に以下の提案を行っている。

- ・強みを持つ集積回路設計、パッケージング&テスト、光電デバイスの維持強化とともに、弱みである製造（ファウンドリ）及び材料について、R&D 投資を増やすとともに、国内外の主要企業<sup>10</sup>（具体的な企業名と主な商品・技術を列記）との提携による技術導入を推進すべき。
- ・このために、知財ビッグデータ分析による産業構造の最適化（地域の強み・弱みの分析）、潜在的企業の発掘・支援や国内外からの人材導入を目的としたハイエンド人材の発掘・人材マップ作成（具体的な国内外（海外は華人のみ）の研究者名、所属機関、分野、関連特許公開件数を列記）、大学技術の実用化、産業データと特許データに基づく専利ナビゲーションによる意思決定メカニズム強化、投資案件の知財分析・評価によるリスク管理強化などを提案。
- ・政府に向けた政策提言としては以下の通り。
  - ①R&D 支援（補助金、国際標準策定主導、国内エコシステム形成など）
  - ②人材育成・獲得（人材育成及び日米韓台の他インド等も含め報酬などで優遇）
  - ③国内代替の促進（「後補助」による育成、国内チップ優先採用政策など）
  - ④産業発展の環境改善（インフラ整備、主要企業の合併・再編促進など）
  - ⑤財政的支援（産業ファンド、知財価値に基づく投融資モデル確立、上場支援など）
  - ⑥投資リスク対応（製造、装置、材料に焦点を当て盲目的な投資を回避など）
  - ⑦政策断片化の解決（半導体産業全体に対する統合的な政策など）

## 3. 解説

本レポートからは、半導体集積回路産業に対する中国の認識を読み取ることができる。特に、米中対立を背景としたデカップリングに対する国産化の必要性、特に「製造（ファウンドリ）」、「製造装置」、「材料」、「設計ソフトウェア」の弱みに対する危機感が伝わってくる。一方、設計企業についての分析は薄い。

知財情報分析については統計情報としては調査条件の情報や観点が不十分であり見るべき点は少ないが、分析観点として、個別技術、そして人材獲得のための人材情報に注目している点で特徴的である。今後、本レポートの内容が地方政府の政策や中国企業の行動に反映されていくのか、注目される。

(以上)

文責：JETRO 香港 松本要

<sup>10</sup> 巻末附録として、海外 37 社（日本 10 社、米国 16 社、韓国 3 社、台湾 3 社、ドイツ 3 社、オランダ 1 社、香港 1 社）、中国 56 社、及び国内 98 名及び海外華人 24 名の人材リストが掲載されている。