

世界のオープンソース エコロジー調査報 告書 (2022)

2022年9月

著作権 表示

このウェブページの著作権は中国情報技術研究
院であり、法律保護されています。
保護するこのウェブページの内容を複製
またはその他の方法で使用する場合は、出典：
「中国情報技術研究院」と明記してください。
上記違反者は法的責任を負うことになり
ます。



序文

オープンソースは、オープンな製品形態であり、ボーダーレスなコラボレーションモデルであり、オープンでWin-Winの協力コンセプトである。オープンソースは、デジタル技術の革新と応用を促進し、産業とデジタル技術の深い融合を加速させ、デジタル経済の発展を促進し、社会の生産効率を高めるための強力な手段である。近年、オープンソースプロジェクトは「規模」から「質」へと変化し、コミュニティの活動は急速に活発化し、応用シーンは拡大し、オープンソースへの投資や融資も活発化するなど、世界のオープンソース環境はさらに成熟しています。同時に、オープンソースにまつわるリスクも集中的に露出する時期に入り、業界主導でオープンソースのリスクマネジメントを敷衍しています。

こうした中、CIIは、「オープンソースエコロジー白書」(2020年)に続き、3回目となるオープンソース分野の研究報告書「グローバルオープンソースエコロジー研究報告書」(2022年)を発表しました。この調査レポートは、前回のホワイトペーパーをベースに、オープンソースプロジェクト、オープンソースコミュニティ、オープンソースアプリケーション、オープンソースビジネス、オープンソースリスクなど、オープンソース分野のホットトピックを引き続き取り上げています。さらに、過去2年間と比較して、本調査では初めて、グローバルなオープンソースエコシステムの発展がデジタル経済に与えるプラスの影響を比較し、さまざまな技術分野におけるオープンソースの重要な推

序文

進要因をまとめています。同時に、この研究は、世界のオープンソース生態は、オープンソースプロジェクトの着実な成長、オープンソースコミュニティのバランスのとれた発展、オープンソースアプリケーションの継続的改善、例外的にホットなオープンソース投資と融資、オープンソースリスクの影響など、「高速ブーム」から「安定した改善」傾向に進化していると観察しています。オープンソースのリスクの影響がクローズアップされています。最後に、本調査報告書は、中国のオープンソースエコロジーの現状を考慮し、発展の機会を展望している。

目次

I. デジタル経済の発展に貢献するオープンソースイノベーションモデル	1
(i) オープンソースの透明性と公平性が信頼を築き、デジタル技術の発展を加速させる。	1
(オープンソースは、ソフトウェア生産の新しいパラダイムを構築し、産業チェーンの強靱性を高める。	2
(iii) オープンソースによる産業応用シナリオの拡大、産業の最適化・変革の推進	4
(iv) オープンソースによる企業のコスト削減と効率化、そして発展の勢いを引き出す。	6
II. オープンソースの統合とコラボレーションによる技術革新アプリケーションの深化	8
(i) 人工知能の大規模導入を促進するオープンソースの深層学習フレームワーク	8
(ii) オープンコンバージェンスは、オープンソースのOSが複数の技術ラインを派生させるのに役立つ	10
(iii) クラウドコンピューティングがオープンソース境界でフロントランナーとなり、企業間コラボレーションを導く	12
(iv) オープンソースがデータベース製品の多様化を加速し、エコシステムを再構築する	14
(v) オープンソースはミドルウェア市場の壁を破り、製品の "専門化" をもたらす	16
3. グローバルなオープンソースエコシステムは成熟しつつあるが、リスクと課題が残る	18
(i) オープンソースエコロジーの最適化・高度化、新たな飛躍のステージへ	19
(オープンソースキャピタル市場は引き続き熱く、将来は無限の可能性に満ちている	27
(iii) オープンソースエコロジーの活況の裏には、リスクや隠れた危険性への懸念がある。	30
IV. 中国のオープンソース・エコロジーは新たな局面を迎え、新たなチャンスに直面する	36
(一 中国のオープンソース生態系開発は新たな段階へ	36
(ii) オープンソースの生態系が新しい機会を積極的に生み出す	40

図 目次

図1 オープンソース対応ソフトウェア産業のニーズのフレームワーク	4
図2 各業界のコードベースにおけるオープンソースコードの数	5
図3 産業界のオープンソース化の度合いとデジタル化の関係グラフ	6
図 4 オープンソースソフトウェアの費用便益分析モデル	7
図5 オープンソースAI開発の歴史	9
図 6 中国におけるオープンソースの深層学習フレームワークの利用シェア（2021年）。	10
図7 世界のサーバーOS利用率（有料＋無料）と市場売上高シェア	11
図8 Linuxのバージョン由来	12
図 9 2021 年における Linux Foundation のオープンソースプロジェクトの内訳	13
図10 データベース製品分類のマッピング	15
図 11 オープンソースが変えるデータベース管理のパラダイム	16
図12 メッセージングミドルウェアの開発の歴史	17
図 13 主流となるオープンソースのメッセージングミドルウェア技術のセグメンテーションの進化	18
図 14 GitHub の過去 5 年間のオープンソースプロジェクト数と成長率	20
図 15 オープンソースコミュニティの成熟度評価モデル	22
図 16 世界の活発なオープンソースコミュニティの成熟度	22
図 17 オープンソースコミュニティのメンバーシップ階層とパワーインタレストグリッド	25
図 18 過去 2 年間の世界の国別オープンソース利用者数	27
図 19 主要技術分野別の世界の資金調達額（2021-2022 年	28
図 20 オープンソースのセキュリティ脆弱性の件数と傾向（2015 年～2020 年31	31
図 21 世界の主要産業におけるオープンソースコードリポジトリのセキュリティリスクに関するヒートマップ	33
図 22 オープンソース依存の部品脆弱性伝播の範囲	34
図 23 ライセンスなしまたはカスタム ライセンスを含むオープン ソース リポジトリの割合	35

目次

表1 IaaSの世界市場シェアとオープンソースの投入量.....	14
----------------------------------	----

表 2 時代遅れのオープンソース プロジェクトを使用するグローバル コード ベースの割合.....	32
---	----

I. デジタル経済の発展に貢献するオープンソースイノベーションモデル

デジタル経済の新しい考え方、新しいモデルとして、オープンソースは、デジタル技術の革新を促進し、ソフトウェア生産モデルを最適化し、伝統産業の変革とアップグレードを可能にし、企業のコスト削減と効率化を促進し、世界のデジタル経済の急速な発展に無限の活力を注入する重要な役割を担っています。デジタル産業化の観点からは、オープンソースは、「みんなから知恵を集める」という新しいモデルによって、技術の「継承」発展を促進し、ソフトウェア生産システムの最適化、ソフトウェア生産能力の向上など、デジタル経済の急速な発展を強力にサポートする存在になっています。産業のデジタル化の分野では、オープンソースの分散型コラボレーションメカニズムが、業界を超えた交流のプラットフォームを構築し、デジタル技術の産業応用を深め、企業のコスト削減と効率化を促進し、産業のデジタル化を推進しました。

(i) オープンソースの透明性と公共性が高め、デジタル経済を促進する

オープンソースは、開放性と透明性により、限界コストを低減し、技術革新を促進します。オープンソースは、参加者がプロジェクト情報や開発軌跡に容易にアクセスでき、コミュニティのコラボ

レーションを通じてアイデアの衝突を可能にし、オープンコード、オープンルール、オープンプロセスを通じて信頼できるコラボレーションモデルを構築します。例えば、オープンソースの原則を持つKubernetesは、開発者に拡張可能なプラグイン機構を提供し、ユーザーがコードによってあらゆる段階で介入することを推奨しています。これにより、マイクロサービスのガバナンスツール「Istio」、アプリケーションデプロイメントフレームワーク「Operator」、クラウドネイティブストレージプロジェクト「ROK」など、KubernetesのAPIや拡張機能をベースにしたコミュニティでの二次イノベーションが数多く生まれているのです。

オープンソースは、デジタル技術開発のためのネイティブな信頼メカニズムを構築し、情報技術の急速な発展を牽引する開発です。オープンソースは、公平・公正なコミュニティ環境を通じて、信頼という自然なメカニズムを作り出します。オープンソースプロジェクトとオープンソースコミュニティは、所有権の中立性を促進し、参加者が技術的な成功に平等にアクセスできるようにすることを約束します。

オープンソースコミュニティやオープンソースコードの展開までの長い道のりは、企業や個人にとっては気が気ではありません。オープン、コラボレーション、エンパワーメントは、オープンソースイノベーションの特徴になりつつあります。2021年、Apacheオープンソース財団は、クラウドコンピューティング、ビッグデータ、ミドルウェア、人工知能などのホットスポットにおいて、351のオープンソースプロジェクト、そのうち200がトップレベルのオープンソースプロジェクトであり、ITイノベーションの効率性を効果的に向上させることができます。

オープンソースは、オープンな共有と大量のコラボレーションによって、テクノロジーの影響力を拡大し、産業の隆盛を加速させます。オープンソースを採用することは、企業にとって技術開発のトレンドに追いつくだけでなく、業界に影響力を形成し、業界の繁栄を加速させるためにも良いことだと思います。オペレーティングシステムを例にとると、コアとなる基本ソフトウェアとして、オペレーティングシステムは情報産業の上流と下流の生態系の極めて重要な位置にあり、下は基本ハードウェアと互換性があり、上はアプリケーションソフトウェアとミドルウェアをサポートするため、オペレーティングシステムにはその生態系構築を支える多くの人々が必要です。オープンソースプロジェクトは、開発者が多ければ多いほど、製品のエコシステムが充実し、適用

領域が広がれば広がるほど、コミュニティが活性化します。

(B) オープンソースはソフトウェア生産新しいパラダイムの構築と産業チェーンの革新を促す

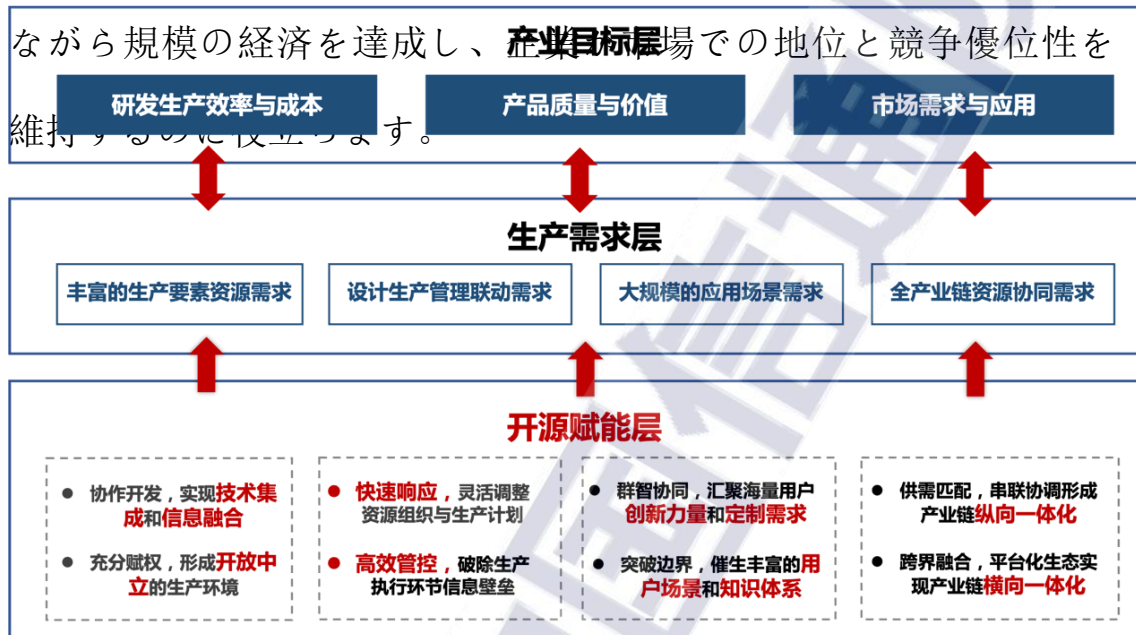
オープンソースは、ソフトウェア制作の新しいパラダイムを構築します。供給面では、ソフトウェア産業の生産性が大きく向上しました。第一に、オープンソースはソフトウェア開発の効率を高め、製品の発売までの時間を短縮するのに有効です。Rally Fighterは世界で初めてオープンソースモードで設計された製品です。

Local Motorsは、オープンソースコミュニティのメンバーの共同作業により、従来の自動車設計の約4倍となる18ヶ月で新しい量産車の設計を完了しました。第二に、オープンソースは、分散型ソフトウェア開発モデルを確立し、情報共有のためのブリッジを構築しています。産業連鎖やバリューネットワークシナジーなどを通じて外部情報を共有し、業界の発展や先端技術の応用などをフォローする透明で効率的なコミュニケーションチャネルを確立しています。需要側では、オープンソースモデルは、効率的なイノベーションの境界を突破し、グループインテリジェンスとコラボレーションによってソフトウェアのカスタマイズ要件を迅速に収集することができます。Internet of Everythingのデジタル時代の進展に伴い、様々な産業で豊富なアプリケーションシナリオや複雑な製品のカスタマイズニーズが生まれています。オープンソースモデルは、グループ・インテリジェンス・コラボレーションによって単一組織の境界とリソースの制約を突破し、多数のユーザーのイノベーション力を集め、ユーザーのカスタマイズ要件を迅速に収集し、ユーザーシナリオでソフトウェア製品を継続的に磨き上げることができます。

オープンソースは、効果的にソフトウェア産業チェーンの弾力性を高め、すべてのもののインターネットは、ソフトウェアの生産を促進するために役立つ “一緒に参加する” 良いスケール効

果と相乗効果を形成する利点。オープンソースエコロジーの発展とともに、現在のグローバルなソフトウェア開発とアプリケーションのアーキテクチャは、従来の階層型アーキテクチャから最新のプラットフォームへ、上流・中流・下流のチェーン構造からメッシュエコロジーの国境を越えた統合へ、「情報の島」から「ネットワークの相互運用性」へ、大きく変化している。“情報の鎖”の統合と開放を実現するために。オープンソースは、ソフトウェア産業システムにおける垂直統合と水平統合の中核となった。一方、オープンソースは、上流と下流が共同で研究開発を行うことで、産業チェーンの垂直統合を実現するものです。オープンソースコミュニティには、多くのソフトウェア、チップ、アプリケーションベンダーが集まり、産業チェーンの上流と下流の企業が直接需要と供給を一致させ、共同で研究開発を行うことで、開発効率を大幅に向上させ、ソフトウェアシステムのタンデム連携を実現することができます。一方、オープンソースは、ソフトウェア製品のエンドツーエンドの水平統合を実現することができます。異なる場所での共同開発や企業間の情報共有を通じて、オープンソースは効果的に打破することができます。

企業間の情報バリアは、効率的な製品管理、プロセスの最適化に対する生産実行の迅速な対応、プラットフォームベースのクラウドベースのソフトウェア生態系の形成、リソースや能力を補完しながら規模の経済を達成し、**産業目標層**での地位と競争優位性を維持するために必要です。



出典：中国情報通信研究院

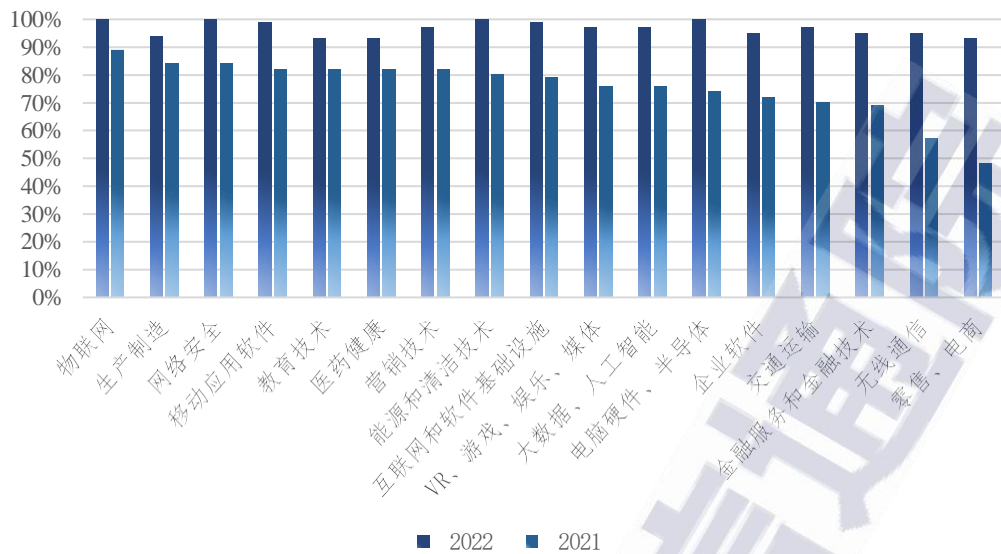
図1 オープンソース対応ソフトウェア産業のニーズのフレームワーク

(C) オープンソースによる産業用ソフトウェア産業の最適化と変革の推進

オープンソースは、機械、交通、エネルギーなど20近くの国民経済重点産業に完全に浸透し、産業発展の重要な礎となっている。シノプシスが発表した「2022年オープンソースセキュリティおよびリスク分析レポート」によると、スキャン可能なコードの範囲内で、2022年のコードベースの100%がモノのインターネット、サイバーセ

セキュリティ、エネルギーおよびクリーンテクノロジー、コンピュータハードウェア、半導体産業で、残りの産業では93%～99%がオープンソースであるとしています。2022年の全産業分野におけるオープンソースコードリポジトリの割合は、2021年と比較して大幅に増加しており、オープンソースが世界の産業の変革と高度化、およびデジタル経済の急速な発展のための重要な推進力となっていることが明らかになった。

大切な力です。



出典：シノプシス、2022年5月

図2 各業界のコードベースにおけるオープンソースコードの数

オープンソースをベースとしたデジタル変革の加速は業界のコンセンサスとなっており、オープンソースの採用は業界のデジタル化の度合いと正の相関があることが分かっています。McKinsey Global Instituteの最新の「Industry Digital Index」によると、ICT、金融・保険、娯楽・レジャー、小売・貿易、ヘルスケア業界はデジタル変革の度合いが高く、オープンソースの導入が進んでいる業界と高い整合性を持っているとのこと。オープンソースは、デジタル化が生み出す新しい「イノベーションパラダイム」です。オープンソースは、相互接続されたデジタル技術の普及によってデジタル技術のイノベーションを促進し、デジタル変革を加速させます。一方、オープンソースを通じて、企業は社会全体の知的資源を十分にプールし、外部のイノベーターと協力して技術革新のポータ

ルとインタラクティブなプラットフォームを構築し、「デジタルサバイバル」のためのダイナミックな技術革新能力を獲得することができるのです。一方、オープンソース戦略は、オープンソース技術をプラットフォームとし、参加者がコアとなるオープンソース製品を通じて互いにエンパワーメントすることで、業界のエコシステムを迅速に構築するものです。オープンソース製品を通じて、デジタル企業は川上から川下までの企業と戦略的提携を結び、コードの共有、開発協力、コスト負担を行います。

各企業の競争優位性とコアコンピタンスを最大限に発揮し、企業間のリソースの補完性を高め、業界のビジネス範囲を効果的に拡大し、業界のデジタル変革を加速させることができます。



出典：マッキンゼー、中国情報通信研究院

図3 産業界のオープンソース化の度合いとデジタル化の関係グラフ

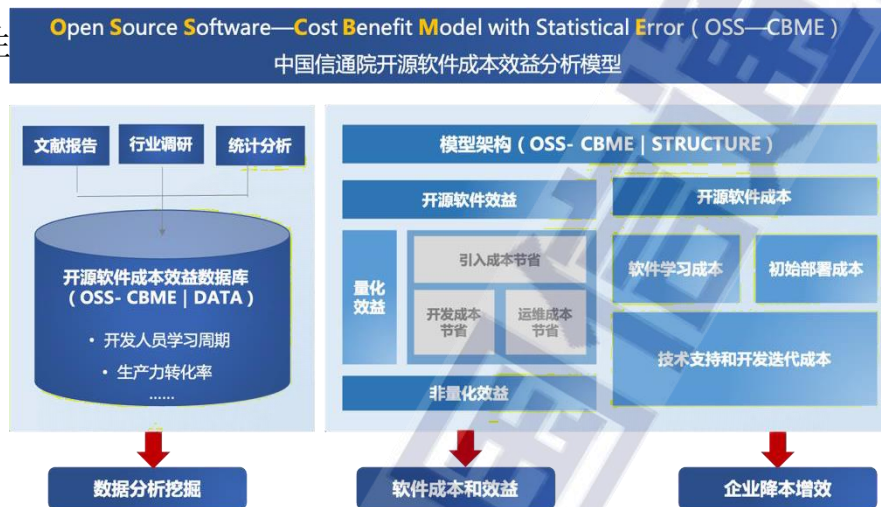
(D) のオープンは企業のコスト削減と解法促進、企業発展を加速する

オープンソースソフトウェアは企業に8%以上のコスト削減をもたらす。2022 CIIは、企業におけるオープンソースソフトウェアの利用、推進、サポートについて、統計誤差、労働力換算率、公開データを導入しながら定量的なメリットを調査し、オープンソースソフトウェアは企業に8%以上のコスト削減をもたらすと総合的に判断しました。オープンソースソフトウェアを利用することで得られる定量的な効果としては、主に導入コスト削減

（18%）、開発コスト削減（5.4%）、運用・保守コスト削減（0.8%）が挙げられます。プロプライエタリなソフトウェアと比較して、オープンソースソフトウェアは、企業がソフトウェアの高い購入コストを支払う必要がないため、ソフトウェアの取得コストを大幅に削減できます。同時に、オープンソースソフトウェアはオープンコードのため、企業はいつでもニーズに合わせてカスタマイズして使用できる柔軟性を持っています。

インテグラル数値化できないメリットとして、オープンソースソフトウェアは企業とオープンソースコミュニティの「つながり」になる

もう一つは、オープンソースのコラボレーティブ・イノベーション・モデルは、共同開発を通じて従業員の仕事経験を高め、専門能力を向上させ、より創造的な仕事ができるようにすることで、企業のビジネスに柔軟性をもたらし、それが企業間の差別化のための競争優位性



出典：中国情報通信研究院

図4 オープンソースソフトウェアの費用便益分析モデル

オープンソースの革新的かつ協調的なパワーは、企業のコスト削減や効率化、デジタルトランスフォーメーションの加速に貢献します。デジタル変革の過程において、企業は主に技術的な製品革新とビジネスモデルの革新に取り組んでいます。一方、オープンソース技術は企業の技術革新に大きなメリットをもたらし、技術革新はデジタル変革のプロセスの重要な部分を占めます。一方、オープンソースは、プロダクトマインドをサービスマインドに効果的に変化させます。オープンソースモデルは、従来の製品の考え方を

覆し、企業は共通部品の開発を繰り返す必要がなく、オープンソースをベースにアプリケーションを差別化するだけでよく、パーソナライズと完全なユーザー満足により競争優位性を生み出すことができます。

ユーザーエクスペリエンスの向上に取り組み、パーソナライズドサービスを重要な位置づけに引き上げ、継続的にビジネスの価値を創造する。

第二に、オープンソースの統合とコラボレーションによる技術革新の応用の深化

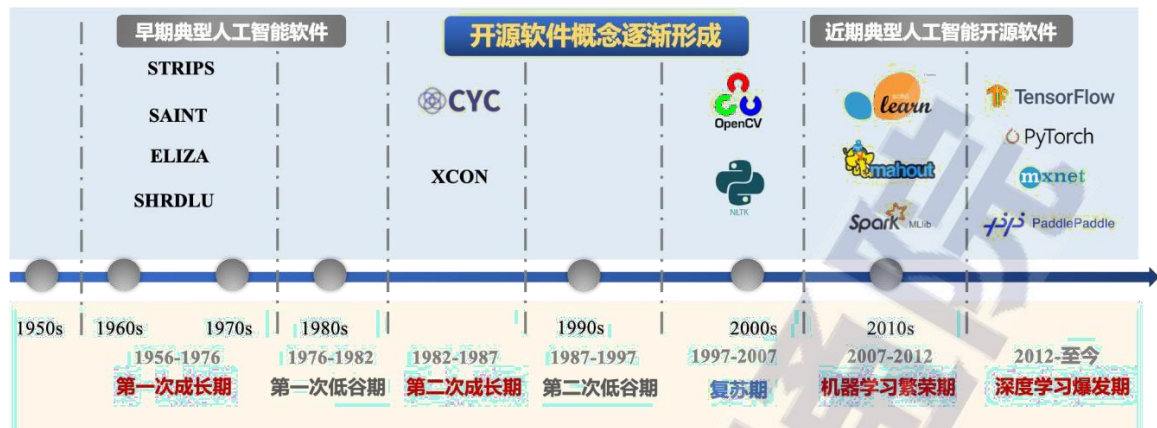
オープンソースは、世界の主流技術分野で急速に台頭し、ソフトウェア分野の競争方法と市場の状況を徐々に変化させ、デジタル技術革新の主流モードとなりつつある。The New Programmerによると、2021年5月時点で、世界のコア技術エコシステムの上位技術分野は、人工知能、OS、クラウドコンピューティング、データベース、ミドルウェアであるとのこと。

(a) 人工知能の発展を促進するオープンソースの深層学習フレームワーク

オープンソースが世界の人工知能技術をディープラーニングのフェーズに加速させる。人工知能は誕生以来、60年以上の歴史を持ち、3つの波で発展してきた。最初の2つの波では、技術はブレークスルーを果たせず、大規模な普及には至りませんでした。コンピューティングパワーの向上、ビッグデータ技術の発展、ネットワーク設備の進化に伴い、AIはディープラーニング技術の導入が顕著となり、3度目の急速な発展を遂げる一方、多数のオープンソースAIフレームワークが登場し、オープンソースの価値が徐

々に明らかになり、AI技術の革新と産業発展を加速しています。

今後、AIはエコロジー建設、技術革新、アプリケーションフォーカス、垂直産業、インフラを中心に総合的な競争パターンを形成していくでしょう。



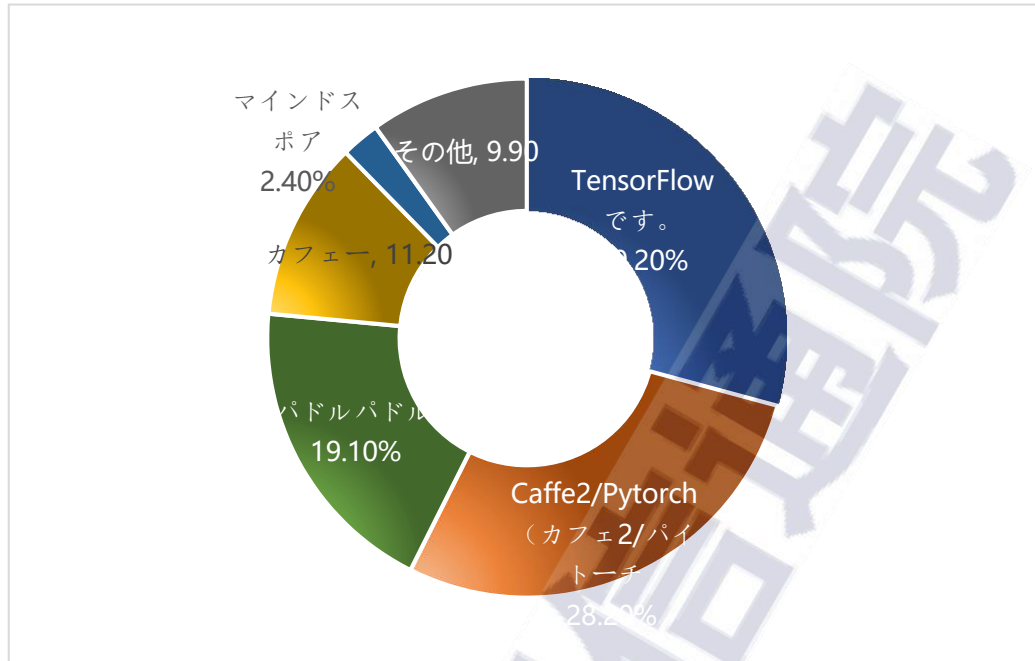
出典：中国情報通信研究院

図5 オープンソースAI開発の歴史

AIアプリケーションの実装のための重要な「イネーブラー」として、オープンソースの深層学習フレームワークは、使用の敷居を下げ、AIモデルの革新と応用を加速させ続けています。AIの適用シーンが充実し続け、様々なアルゴリズムに対する新たな需要が爆発的に増加する中、企業や開発者がAIアルゴリズム制作の敷居を大幅に下げ、製品化サイクルを改善するために、多くのAIフレームワークがオープンソース化されています。IDCの調査によると、2021年の中国における深層学習フレームワークのトップ3は、TensorFlow（29.2%）、PyTorch（28.2%）、PaddlePaddle（19.1%）であることがわかりました。オープンソースの深層学習フレームワークのシェアが急速に拡大しているのは、大手テクノロジー企業がさまざまなAIアプリケーションを開発する一方で、市場の需要に応えるために深層学習フレームワークに投資しているという、現在のAI産業と技術開発のパターンに合致しています。オープンソ

ースの深層学習フレームワークのスケール効果により、開発人材を集め、標準化されたプラットフォーム上でAIアルゴリズムの制作と技術の反復を加速させることができます。

同時に、ニッチなシナリオに対応したアルゴリズムの出現は、より豊かな応用シナリオを生み出し、産業の知的高度化を可能にする。



出典：IDC、2021年6月

図 6 中国におけるオープンソースの深層学習フレームワークの利用シェア（2021 年）。

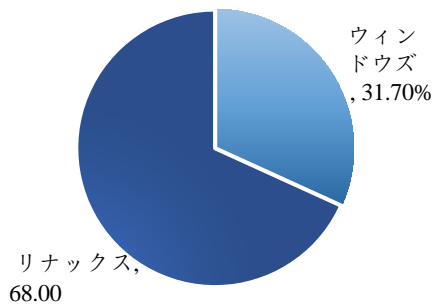
(B) オペレーティングシステムはオープンソースのパフォーマンスが数倍速いことを証明しています

オペレーティングシステムの分野では、オープンソースのオペレーティングシステムであるLinuxが圧倒的なシェアを占めています。Linux Foundation によると、世界のパブリッククラウドプラットフォームの 90% が Linux ベースであり、スーパーコンピュータ市場の 99%、スマートフォン市場の 82%、組み込み機器の 62% が Linux ベースであるということです。

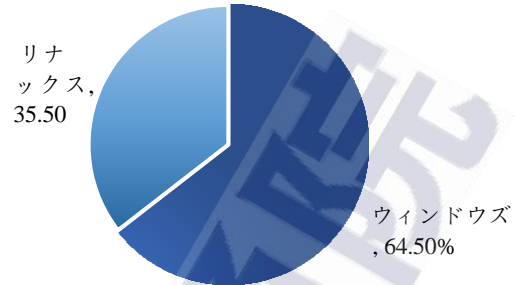
（有料＋無料）、サーバーの68%がLinuxで稼働しています。ガートナーによると、2020年、Linuxは世界のサーバーOS市場の35.5%の

売上シェア（有料）を占めるとされています。

利用率（有料＋無料）の割合



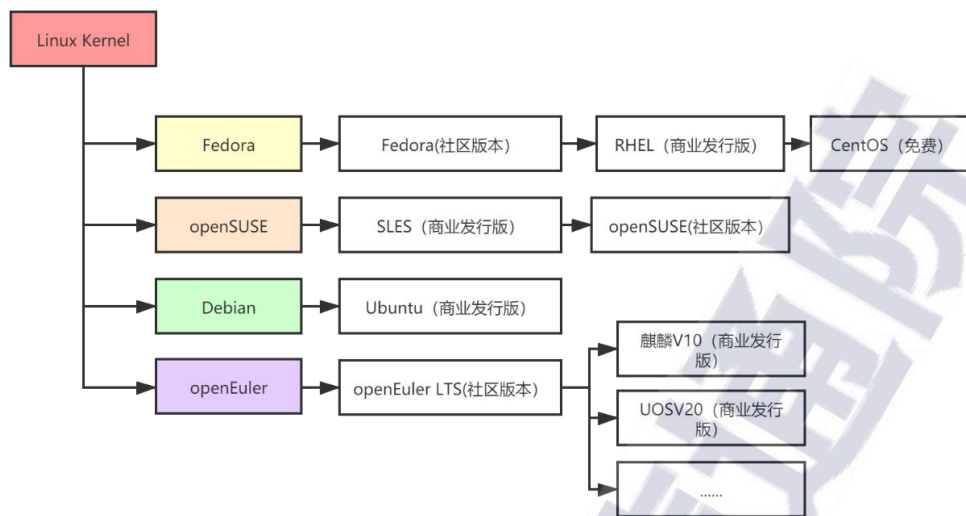
売上高構成比



出典：ガートナー、2020年

図7 世界のサーバーOS利用率（有料＋無料）と市場売上高シェア

オープンソースは、Linuxの成功の重要な要因であり、オープンソースのLinuxカーネルは、様々なエンタープライズクラスのオペレーティングシステムにつながりました。Linuxは、オープンソースの分散型開発アプローチを採用しており、多くの開発者を素早く集めて継続的に反復し、産業エコシステムを急速に形成しています。また、オープンソースモデルは、OSの複雑性に対応し、多くのOSコントリビューターやビジネスユーザーがプロジェクトに参加し、複雑な問題の解決に貢献し、OS開発のコストと効率のリスクを低減することを可能にしました。その後、Ubuntu、SUSE、CentOS、Red Hat Enterprise Linux、Fedora、openEulerなど、多くの有名なLinuxのバージョンが登場しました。

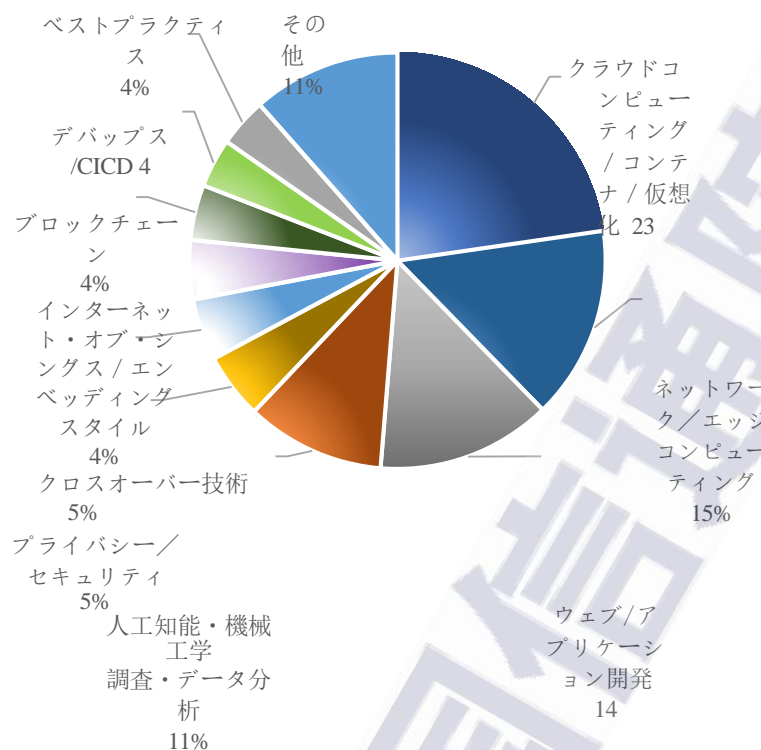


データ出典：中国情報通信研究院

図8 Linuxのバージョン由来

(iii) クラウドコンピューティングがオープンソースの輪の中でロトスナとなり 企業間ガバナンスを導く

クラウドコンピューティングにおけるテクノロジースタックの60%はオープンソースであり、Kubernetesの利用は96%近くを占めています。クラウドコンピューティングは、10年以上の発展を経て、クラウドネイティブという技術形態が主流となる流れが形成されました。クラウドコンピューティングにおけるオープンソースプロジェクトの数は、Linux Foundationが最も多く、全体の22.7%を占めている。全世界で560万人以上の開発者がKubernetesを使用しており、年間成長率は67%に達しています。



出典：リナックスファウンデーション、2021年

図9 2021 年における Linux Foundation のオープンソースプロジェクトの内訳

クラウドコンピューティングにおけるオープンソースのエコロジーは、主に基盤モデルに基づいています。クラウドコンピューティング領域は、技術的なプラットフォーム属性が強く、互換性の問題を十分に考慮する必要があり、基礎的な運用形態に適しています。Cloud Native Panoramaによると、クラウドネイティブ領域の493のオープンソース技術のうち、25%がCNCF Foundationによって運営・ホストされており、クラウドネイティブ技術のフルスタックを網羅しています。

オープンソースがクラウドコンピューティングの市場パターンを変える、企業はオープンソースの追従からレイアウトの主導

へ。クラウドコンピューティング技術は、3つのオープンソース開発段階を経てきました。第1段階は、オープンソースとクローズドソースの仮想化技術路線の勝負で、市場シェアは互いに区別がつかないほどです。第二段階では、オープンソース技術路線が主流となり、企業はオープンソースをベースにした商用製品を形成して二次開発を行い、クラウドコンピューティングの市場体を充実させ、産業の活力を向上させました。上流のコミュニティに積極的に参加し、オープンソース技術の進化を追いかける企業もあれば、オープンソースのブランチをベースに商用製品を形成し、独自に進化する企業もあります。このプロセスにおける企業の研究開発力は、向上するよう沈殿しています。第三段階は、企業が率先してオープンソースを行い、エコロジーを敷き詰めることです。いつ

前の段階のクラウドベンダーは、いずれもオープンソースのエコシステムに多大な投資を行っており、クラウドコンピューティングのニッチ分野でもオープンソースのプロジェクトが生まれ続けてい

厂商（排名）	开源投入员工	开源项目数
亚马逊（38%）	4777	344
微软（21%）	11284	5000
阿里云（9%）	1584	444
谷歌云（7.1%）	11054	2300
华为云（4.5%）	1877	167

データ出典：ガートナー、2021年

オープンソースは、クラウドコンピューティングにおける川上と川下の企業のエコロジー協力を加速させます。オープンソース技術に基づき、クラウドベンダーはハードウェアベンダーやアプリケーション企業との協力関係を築きやすく、また、オープンソースプロジェクトの協調プロセスにより、上流企業と下流企業間のインターフェースの相互運用性プロセスも可能になります。インテルは、様々なクラウドコンピューティング技術への貢献に積極的に取り組んでおり、CNCF FoundationとOpenInfra Foundationのプラチナメンバーとして活動しています。

(D) オープンソースがデータベース製品を加速させエコシステムを再構築する

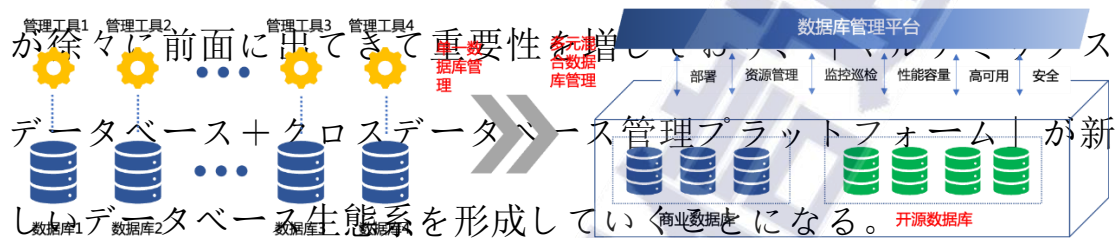
DB-Enginesによると、2021年1月、世界中でデータベース用のオープンソースライセンスの普及率が、初めて商用ライセンスの普及率を上回ったそうです。また、2021年の世界のデータベース製品トップ10のうち7つがオープンソースであり、オープンソースデータベースは業界の主流となっています。データの保存方法については、データベースはリレーショナルデータベースとノンリレーショナルデータベースに分類され、リレーショナルデータベースは主にリレーショナルモデルを用いて構造化データを保存し、代表的な製品にはOracle、MySQL、Microsoft SQL Serverなどがある。ノンリレーショナルデータベースは主にノンリレーショナルモデルを用いて非構造化データを保存し、通常はキーバリュースキームデータベース、文書ベースデータベース、グラフデータベースなどのカテゴリーに分類される。通常、キーバリュースキームデータベース、ドキュメントデータベース、グラフデータベースなどのカテゴリーがあり、一般的な製品としては

図10 データベース製品分類のマッピング¹

トサービスなどがあります。当初は、Oracle、IBM、Microsoftに代表される商用データベースベンダー数社が、自社の主力データベース製品と完全オリジナルまたはサードパーティーのツールやサービスで市場をほぼ独占し、ユーザーはベンダーがバンドルする「DBMS+ツール+サービス」の形でしかデータベースを利用することができない状況でした。オープンソースデータベースの台頭により、従来のデータベースのエコシステムが影響を受けています。多様な市場環境の中で、オープンソースのデータベース製品や

¹ 図10中の赤枠はオープンソースのデータベース製品

周辺ツールやサービスの縛りがなくなり、本来のオープンソースデータベースメーカーは、技術的な壁や業界の分業など市場要因に制約され、多くのベンダーが自社製品以外のクロスデータベース統一管理・サポートサービスを提供できなくなっているのです。データベース管理・運用保守のためのプラットフォーム型ツール



出典：中国情報通信研究院

図 11 オープンソースが変える
データベース管理のパラダイ
ム

(E) オープンソースによるミドルウェア市場の垣根の解消、製品の "特化" を生む

オープンソースは、国際的なミドルウェア大手の長期的なリーダーシップを活用し、エンタープライズアプリケーションの開発と技術革新の触媒として機能します。ミドルウェアは、基本ミドルウェア、統合ミドルウェア、業界ドメインアプリケーションプラットフォームに分けられる。中でも基本ミドルウェアは、分散アプリケーションを構築するための基盤であり、アプリケーションサーバー、

メッセージングミドルウェア、トランザクションミドルウェアなど、統合ミドルウェアや産業アプリケーション基盤の基礎となるものである。代表的なメッセージングミドルウェアを例にとると、IBMとオラクルは、市場の先行者利益と長期的な技術蓄積を武器に、ミドルウェア市場で長く世界をリードしてきました。

2000年から2007年にかけてオープンソースモデルの普及と第1世代のオープンソースメッセージキューの台頭により、ActiveMQやRabbitMQに代表されるオープンソースメッセージングミドルウェアは利用の敷居を下げ、企業内で広く使われるようになった。大量のアクセストラヒックとデータ転送に対応するため、オープンソースからKafka、Apache、MySQLが生まれました。

RocketMQなどのオープンソースメッセージングミドルウェアが新たな需要に対応 2018年は、Internet of Thingsやクラウドコンピューティングなど、クラウド



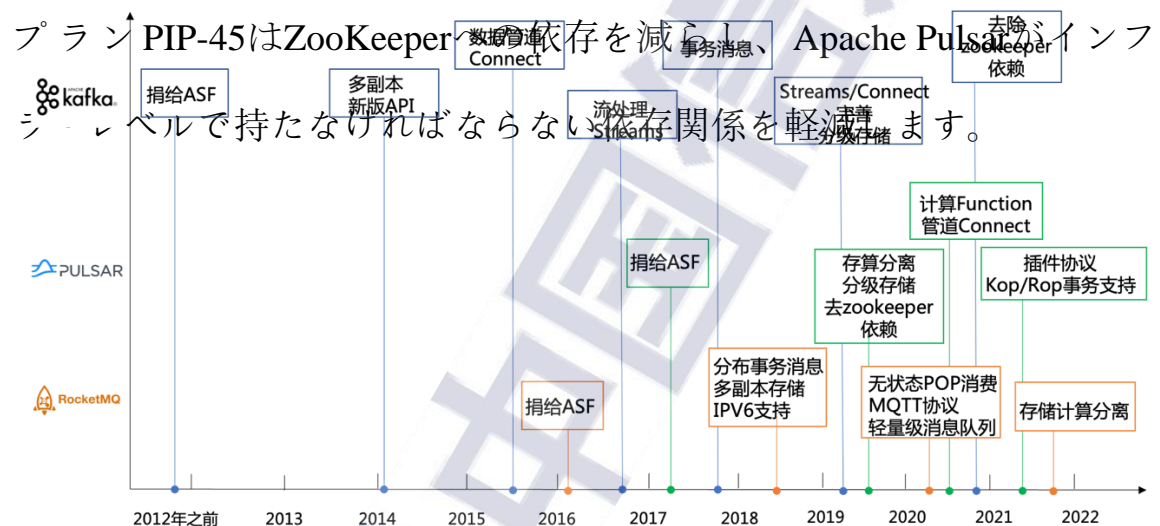
出典：中国情報通信研究院

図12 メッセージングミドルウェアの歴史

オープンソースは、技術の独占を効果的に打破し、利用の敷居を下げることで、より専門的で個性的、洗練されたミドルウェア製品を出現させることができます。オープンソースモデルの継続的な推進に伴い、多くのミドルウェアベンダーが自社のプロジェクトをオープンソース財団に寄贈しています。一方、オープンソースモデルは、ミドルウェア技術のブレークスルーを加速することができます。他方、オープンソースコミュニティの巨大なユーザーベースに依存し、ミドルウェアは徐々に様々なセグメントでオープンソースに基づいて業界標準を形成し、最終的にミドルウ

エア開発者とユーザーの大半に利益をもたらすでしょう。オープンソースは、実際のビジネスシナリオに常に適応するミドルウェアの技術セグメントの開発を促進するのに役立っています。Apache RocketMQ バージョン 5.0 は、ストレージ層をシンクしてストレージとコンピュート・アーキテクチャを分離可能にし、最小限のアーキテクチャの利点を保持しながら独立して展開できるステートレス・プロキシを提供します。また、KafkaはKIP-405リリースで階層型ストレージモデルを実装し、計算層とストレージ層を分離することで、Kafkaのパーティショニングとスケーリングに伴う大規模なデータ移行問題を緩和しています。インフラへの依存度を低減し

ゼロディペンデントな自律型システムを構築することで、デプロイメントの問題を簡素化することができます。Kafka 3.0アーキテクチャの最も人気のある点の1つは、クラスタのメタデータを管理するZooKeeperへの依存を排除し、よりスケーラブルで堅牢なメタデータ管理方法を提供し、Kafkaの導入と設定を簡素化して、クラウドネイティブ環境でのシステムの安定性と配信性を向上させたことです。



出典：中国情報通信研究院

図 13 主流となるオープンソースのメッセージングミドルウェア技術のセグメンテーションの進化

3. グローバルなオープンソースエコシステムは成熟しつつあるが、リスクと課題が残る

近年、世界的にオープンソースのエコロジー開発がさらに成熟しています。オープンソースプロジェクトは着実に発展し、オープンソースコミュニティはバランスよく発展し、オープンソー

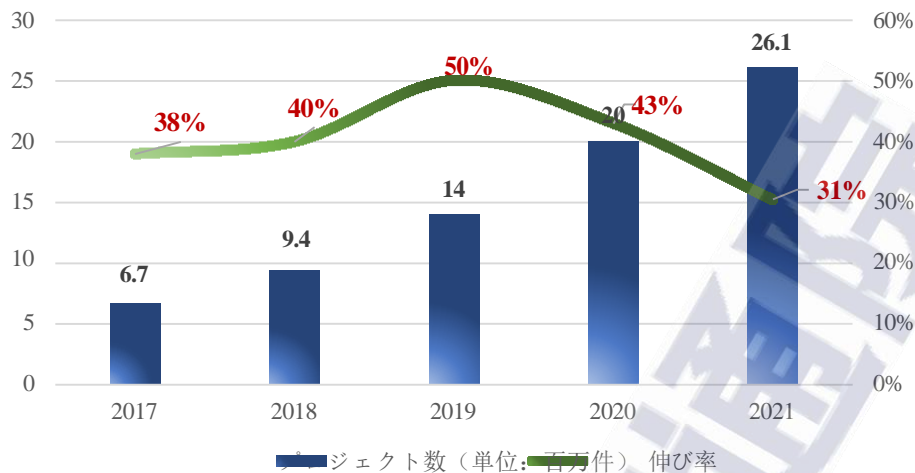
スアプリケーションはさらに充実し、オープンソースへの投資と融資は引き続きホットな状態です。同時に、オープンソースにまつわるリスクも顕在化し、業界の多くの関係者がオープンソースのリスクマネジメントを打ち出しています。

(A) オープンソースプロジェクトの最近の高度化と新たな飛躍のステージへ

1. オープンソースプロジェクトは着実に成長しており、技術の進化はオープンソース開発モデルを優位に形成する

2年連続で、世界のオープンソースプロジェクトの成長が鈍化しています。世界最大のコードホスティングプラットフォームであるGitHubによると、2021年までにGitHubがホストするリポジトリは2億6100万、新規リポジトリは6100万となり、成長率は30.5%になるとされています。その主な理由は、既存プロジェクトの裾野が広がっていることと、プロジェクト貢献の受け入れ率が低下していることです。この2年間はオープンソースプロジェクトの増加率が鈍化していますが、オープンソースプロジェクトのベースが年々増加していることなどから、プロジェクトの絶対数は年々増加しています。また、オープンソースプロジェクトへの貢献の質が低いという問題があります。GitHub 2021のレポートによると、コード貢献者の47.8%が民間の開発者であり、27.9%が学生の開発者によるもので、コア貢献者が少なく、初心者の割合が高いことがわかります。オープンソースプロジェクトのレビューやメンテナンスの敷居が高くなり、多くの貢献者が貢献するコードの品質を確保できなくなった結果、オープンソースへの貢献の受け入れが徐々に減少し、大規模なオープンソースプ

プロジェクトからきめ細かいオープンソースプロジェクトへと徐々に移行しています。また、オープンソースプロジェクトが持続しない理由として、有償の開発職が少ないことが挙げられます。現在もオープンソースプロジェクトの大半は、ボランティアによるパートタイムでの開発・保守が行われており、多くのコミュニティ開発者が興味や趣味から自発的にコードを提供しています。しかし、多くの場合、進行中のオープンソースプロジェクトを維持するために必要な時間と労力は大きく、それに対して報酬を得ることができることは、多くの開発者にとってオープンソースに積極的に参加する重要な理由となり得ます。



出典：GitHub、2022年3月

図 14 GitHub の過去 5 年間のオープンソースプロジェクト数と成長率

テクノロジーの進化は、オープンソースをベースとした開発モデルとして形作られています。オープンテクノロジーとオープンソース思考に基づく情報化時代において、生活様式とテクノロジーの進化は、サービス志向とオープンコラボレーションという新しい状況を迎つつあります。オープンソースモデルは、技術革新の拡散に適した土壌を提供し、世界経済の変革のための無限の革新的なアイデアを提供します。GitHubは、2025年までに世界の開発者コミュニティが1億人を超え、オープンソースプロジェクトの量も急速に増加すると予測しています。クラウドコンピューティング、ビッグデータ、モノのインターネットなど、新世代の情報技術が急速に発展する時代において、オープンソースモデルは、「開放、平等、協力、共有」の雰囲気の中で、製品カテゴリーを迅速に形成し、技術を十分に活用することを可能にします。同時に、業界

の経済的利益は、各業界の共有、開放、協力に基づくイノベーションの原動力となり続け、技術共有は業界の拡大とエコロジー発展を効果的に推進し、「集団ウィンウィン」の市場状況を作り上げるだろう。

2. オープンソースプロジェクトコミュニティ、組織コミュニティ、プラットフォームコミュニティは、多形的に発展する

オープンソースコミュニティには、プロジェクトベースのコミュニティ、組織ベースのコミュニティ、プラットフォームベースのコミュニティの3つの主要なカテゴリがあります。プロジェクトコミュニティは、個々のオープンソースプロジェクトを中心に形成された貢献者のグループ、組織コミュニティは、オープンソース組織（オープンソース財団など）をベースにしたグループ、プラットフォームコミュニティは、オープンソースのインフラ（オープンソースコードホスティングプラットフォームなど）を中心に集まったグループである。

2021年、世界のプロジェクトコミュニティは非常に活発化し、オープンソースプロジェクトやオープンソースコミュニティが増殖していくことでしょう。グローバルな組織や開発者は、活気のある開発者エコシステムを構築し、健全で信頼できるオープンソースコミュニティを作る方法について、ますます関心を寄せています。市場参加者のレベルの違いに対応するため、中国情報通信技術研究院（CAIC）は、開発者が健全で信頼できるオープンソースコミュニティを構築できるよう、オープンソースコミュニティの構築レベル、運営メカニズム、管理能力、市場環境を測定し、オープンソースコミュニティの人気、参加、対応、セキュリティ能力、法令遵守、業界アプリケーションを検討する「信頼できるオープンソースコミュニティ成熟度モデル」を作成しました。2021 China Open Source

Yearbook」は、GitHubプラットフォームの公式データを用いて、コンテナ化されたワークロードとサービスを管理するKubernetes、オープンソースのモバイルアプリケーション開発ツールキットであるFlutter、PythonベースのホームインテリジェンスのプラットフォームであるHome assistant、オープンソース機械学習ライブラリPyTorch、オープンソースソフトウェア開発ライブラリPythonなどのオープンソースコミュニティを世界的に見たトップ10の活動量を算出しました。PyTorch、オープンソースソフトウェア開発フレームワークの.NET、ソースコードエディタのVS Code。モデルメトリクスは、グローバルヘッドラインオープンソースコミュニティがよく発達しており、各能力領域で高いスコアを獲得していることを示しています。図7は、GitHub上で活動するオープンソースコミュニティの上位6つを示したもので、上位のオープンソースコミュニティは、各能力領域で業界平均を大きく上回るスコアを獲得しており、どの領域でも大きな欠点はなく、それぞれのコミュニティが得意とする領域があることがわかります。全体として、Flutterコミュニティ

Kubernetesコミュニティは、業界利用における明確な優位性を持ち、現在、市場における主要なプレーヤーとなっています。PyTorchコミュニティは、リスクの高い脆弱性の数が少なく、強力なメンテナンス能力と優れたドキュメントを備え、優れたセキュリティ能力を備えています。.NETコミュニティは、コンポーネントライセンスの互換性が高く、法的リスクが低いという優れた法令順守のパフォーマンスを持っています。Home assistantコミュニティは、



出典：中国情報通信研究院

図 16 世界の活発なオープンソースコミュニティの成熟度

組織社会の焦点は、垂直的なプロジェクトのインキュベーションから水平的なガバナンスに移行しているため、セキュリティコンプライアンスは最前線に浮上しました。近年、世界的にオープンソースソフトウェアのセキュリティ事件が頻発する中、多くのオープンソース財団やオープンソース団体が、オープンソースプロジェクトのセキュリティコンプライアンスに注力しています。

Linux Foundationを例にとると、世界最大のオープンソース財団であるLinux Foundationは、2020年に多くのハードウェアおよびソフトウェアベンダーと協力してオープンソースセキュリティ財団（オープンソースソフトウェア財団）を正式に設立し、現在はGoogle、Microsoft、Amazonなどのテクノロジー大手を含む60以上の会員を擁しています。2022年3月、OpenSSF財団は、オープンソースソフトウェアのエコシステムのセキュリティを向上させるため、1万件のオープンソースコードにおける新しい0day修正の発見をオープンソースプロジェクトのメンテナに支援する「アルファ・オメガ」プログラムの創設を発表しました。2022年1月、OpenSSFは、Software Package Data Exchange（SPDX）およびOpenChainと共同で、ソフトウェア部品表の準備と採用に関するグローバルな実証研究「ソフトウェア部品表とサイバーセキュリティレポート」を発表し、ソフトウェア部品表の準備と採用に関する最新の進捗を詳述するとともに、世界のソフトウェアサ

プライチェーンのセキュリティ課題と機会について分析しました。

世界のオープンソースコミュニティは、社会的属性から商業的属性へと徐々に移行し、比較的成熟しています。世界最大のオンラインソフトウェアソースコードホスティングプラットフォームとして、GitHubは過去13年間で成長し、現在では世界で最も多くの開発者を抱えています。その結果、堅実で成熟したユーザー層と市場規模を獲得することができました。マイクロソフトに買収されて以来、GitHubは高い人気を誇る数々の

2022年6月、GitHubはAIプログラミングツール「Copilot」を月額10ドル、年間100ドルで提供し、現在プラットフォーム上のコードの40%近くがCopilotによって書かれていると発表しました。また、GitHubプラットフォーム上のクラウド型開発環境「GitHub Codespaces」により、開発者はテスト用にローカル環境を導入する必要がなくなり、リソースを節約して開発効率を大幅に改善することが可能になりました。これにより、開発者はテスト用のローカル環境を導入する必要がなくなり、開発リソースを節約して開発効率を大幅に向上させることができますが、現状では1時間あたり0.18ドルから2.88ドルと高価であり、構成が複雑になるほど高価になります。

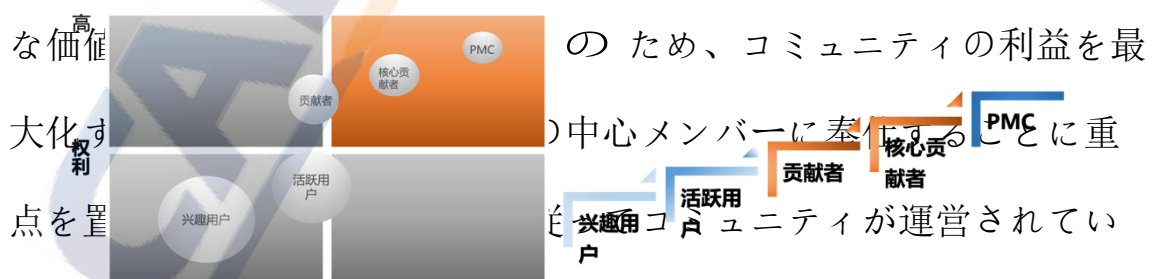
コミュニティの運営はより洗練され、オープンソースコミュニティはコアユーザを中心とした分散化により、徐々にユーザネットワークを構築・拡大していくでしょう。従来のオフライン事業は、デジタル産業が発展した都市や地域で行われることが多く、オフラインの活動や利益団体は地域ごとに発展しています。例えば、MindSporeオープンソースコミュニティでは、香港、北京、上海、深セン、蘇州、南京、武漢、成都などにMindSpore Study Group（MSG）を設立し、現地の開発者同士のオフライン交流を行っています。2021年、流行の影響で世界のオープンソースコミュニティのオフラインミートアップの数が激減し、従来の運営に支障をきたし、

オフラインイベントの多くがオンライン化されました。オープンソースコミュニティのメンバー間の関係ネットワークは、徐々に「分散化」されつつある。コミュニティのトピックやディスカッションは、コミュニティ内の開発者が自然に始めたものが多く、コミュニティは徐々に「自己成長」していきます。

コミュニティは、ユーザーの価値観の層別化により、カテゴリー化、グレード化された形で運営されます。オープンソースコミュニティの革新的なモデルとボーダーレスな性質は、コミュニティのメンバー数の増加につながります。コミュニティメンバーの業界背景が多様であることは、コミュニティの役割や関心事がより多様になることにつながります。一般的に、オープン

コミュニティのメンバーには5つのレベルがあります。第1レベルは最大の役割を担うホビーユーザーで、通常はオープンソースプロジェクトに初めて参加し、製品に興味を持つ消費者ユーザーです。第2レベルはアクティブユーザーで、通常は製品を一定期間使用し、徐々にニーズや提案をコミュニティにフィードバックするメンバーです。第3レベルはコミュニティ貢献者で、オープンソースコミュニティを維持するための重要な原動力となるユーザーです。第4レベルはコア貢献者で、これらのメンバーのほとんどはプロジェクトに多くのコードを貢献し、プロジェクトのコードとアーキテクチャを明確に理解し、コードレビューやマージなどのコミュニティ権限を持ちます。第5レベルはコミュニティの意思決定とリーダーシップで、主にプロジェクトの主要な事柄に責任を負います。5番目のレベルは、コミュニティの意思決定者とリーダーで、主要な問題に対する意思決定と、プロジェクト全体の方向性をコントロールする責任を負っています。レベル3、レベル4の中心的な貢献者がコミュニティの主役であり、少数のグループがコミュニティに最も大きな

価値を最大限に引き出すために、コミュニティの利益を最大化することを重視し、中心メンバーに委ねることに重点を置きます。図1は、コミュニティが運営されている様子を示しています。例えば、いくつかのオープンソースコミュニティでは、



ます。openGauss や openEuler では、大学見学やオンラインミートアップなどの入門レベルの活動、オープンソースサマーやアプリケーションイノベーションコンテストなどの基礎レベルの活動、ブートキャンプやハンズオンイノベーションクラスなどの上級レベルの活動を展開しています。

出典：中国情報通信研究院

図 17 オープンソースコミュニティのメンバーシップ階層とパワーインタレストグリッド

3. オープンソースアプリケーションは、世界の情報技術を向上させ、促進し続けます。

オープンソースソフトウェアの応用を深め、情報技術の構築を推進することは、世界各国の新たな競争の焦点となっています。国際電気通信連合によると、ICT発展指数（IDI）が高い国や地域は、アイスランド、韓国、スイス、デンマーク、イギリス、中国、オランダ、ノルウェー、日本、スウェーデン、ドイツ、ニュージーランド、オーストラリア、フランス、アメリカなど²です。また、GitHubの2021年の年次報告書によると、米国は2020年比22%増の総ユーザー数13,551,846人で引き続き1位、中国は2020年比22%増の総ユーザー数7,555,311人で2位となっています。16%。これは、世界の情報技術の現在の高いレベルは、ヨーロッパ、北米、いくつかのアジア諸国、特にヨーロッパ諸国、情報技術は、欧州7カ国でトップ10にランクされ、情報技術の国の高いレベルは、一般的に積極的にオープンソースソフトウェアの使用を促進するために集中していることがわかります。EU政府は、オープンソースソフトウェアの調達とその利用促進を精力的に行っており、オープンソース開発を国家戦略レベルにまで高めています。過去20年間で、EU加盟国（を含む）。英国では、25以上の政策文書と6つの法律文書が、オープンソースソフトウェアのために導入されています。2021年12月、欧州委員会は、

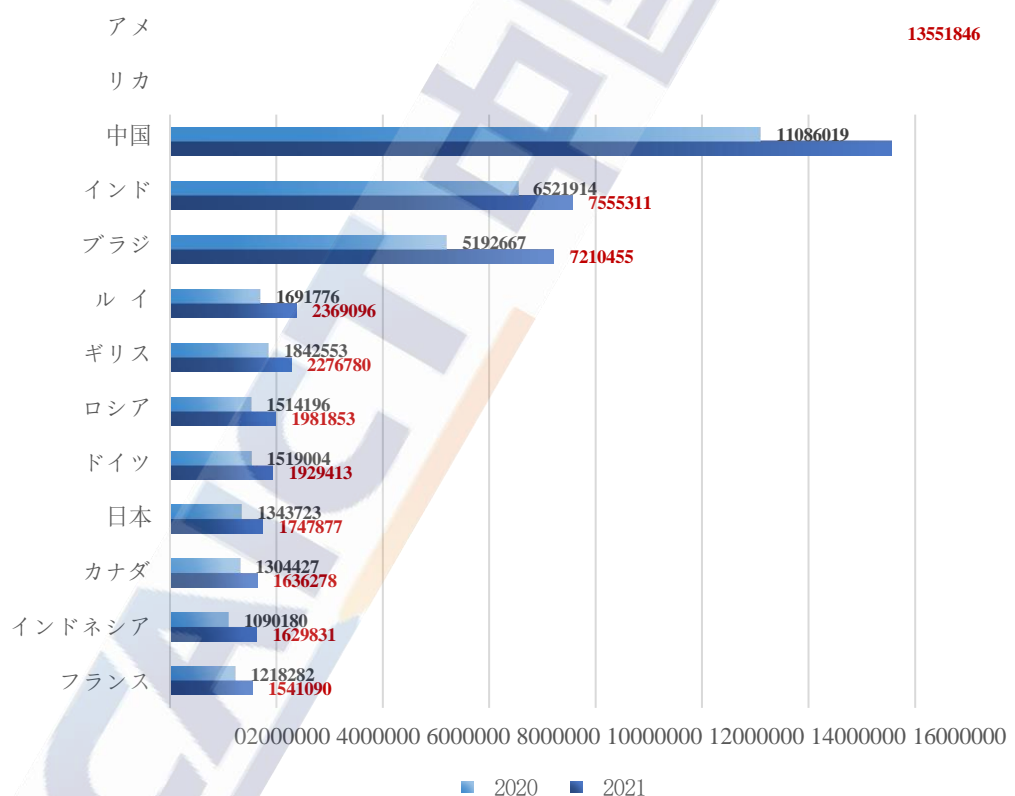
オープンソースライセンスの下でソフトウェアを配布し、欧州委員会と欧州全体の市民、企業、公共サービスがオープンソースソフトウェアの開発プロセスからより多くの利益を得られるようにするために、オープンソースソフトウェアに関する新しい規則を採用すると発表し、2020年10月21日には欧州委員会の新しいオープンソースソフトウェア戦略2020-を承認しました。

2023年、オープンソースの奨励と活用により、ソフトウェアソリューション、知識、専門知識の共有と再利用を促進し、より良い欧州サービスの提供、社会の利益、社会コストの削減を図ることを提案

² <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/IDI/history.aspx>

米国政府は、オープンソースソフトウェアとパブリックデータの推進に力を入れています。2016年8月、米国政府は「連邦ソースコード政策」を発表し、連邦政府機関に対し、毎年新たに開発されるソースコードの20%以上をオープンソースとして公開し、少なくとも3年間はそれを継続することを義務づけました。

2019年1月、米国議会はオープンガバメントデータ法を可決し、オープンデータを米国法の一部としたことで、米国はオープンガバメントの公共データを政府の政策から国の法律へと昇格させた最初の国のひとつとなったのです。



出典：GitHub、2022年3月

図 18 過去 2 年間の世界の国別オープンソース利用者数

(2) オープンソース市場も盛り上がり、将来は無限の可能性を満ちる

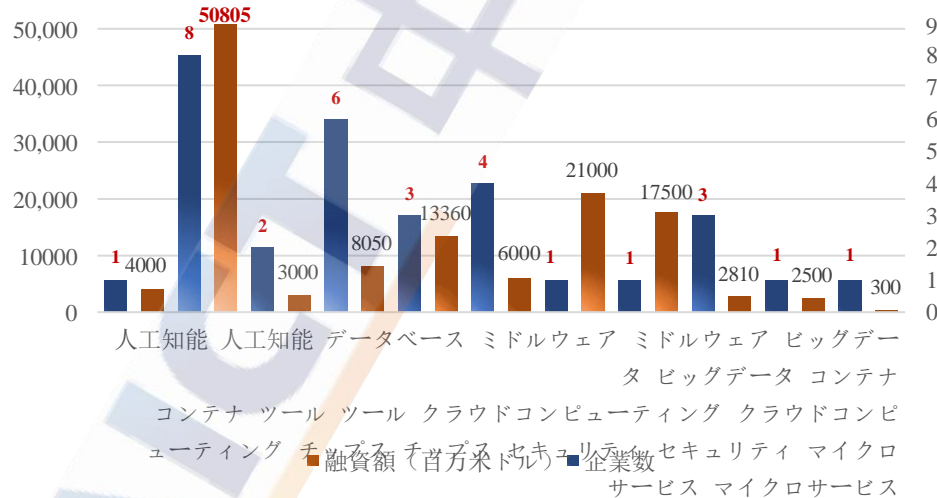
1. オープンソースへの投資と融資が「10億ドル時代」の到来を告げ、熱気が高まる

オープンソースの投融資は、多数の単一かつ迅速な資金調達という新しい特徴を示しています。不完全なデータによると、2021年から2022年にかけて、合計32社のオープンソース商用企業が資金を調達しており、多くの

短期間に複数回の資金調達を行っており、1回の資金調達で1億ドルに達している

全体の20%近くを占め、1000万ドル達成企業数は50%以上を占め、例年に比べて、オープンソース融資市場全体では、融資期間の短縮と融資額 の 大幅な増加傾向が見られ、オープンソース商用化の価値が新たな段階に達したと言えるでしょう。

データベース分野は、オープンソースのファンディングコミュニティの寵児となっています。2022年6月時点では、データベース系商社が25%の資金を獲得しており、データベース系はニッチな機能分野に、ビッグデータ系はデータ分析に傾斜しているため、19%の資金を獲得しています。



出典：公表データ、2022年6月現在
統合テスト

図 19 主要技術分野別の世界の資金調達額（2021-2022 年）

2. グローバルなオープンソースのビジネスモデルが多様化し、市場規模が大きくなっていること

「オープンソースは無料ではない」という考え方が徐々に浸透

し、オープンソースソフトウェアの商業化は、一枚岩のビジネス
モデルから多様化し、次のように区分されるようになりました。

製品版、技術サービス、クラウドサービスを提供するビジネスモデルが商業化の主流となり、製品からサービスへという発展傾向を示しています。企業は、オープンソースソフトウェアをベースにクローズドソースの商用ソフトウェアを作成し、それを販売する。このビジネスモデルは、最も広く受け入れられ、最も長く発展しており、オープンソースソフトウェアの背後にある多くの商用企業の利益モデルでもある。この種のビジネスモデルは、IBM や Red Hat に代表されるように、オープンソースソフトウェアの背後にある商業企業も Nginx などのこの種のビジネスモデルを試み始めている。この種のビジネスモデルでは、上流のオープンソース・コミュニティと深い連携メカニズムを形成して、継続的に投資と貢献を行って安定したサービスを得る必要があり、企業にとって人的・物的リソースがより多く犠牲になる、クラウドサービスモデルの発展により、SaaS 型で収益を上げる方式になるクラウドサービスモデルの発展に伴い、Software-as-a-Serviceは小規模なソフトウェアプロバイダーの主要なビジネスモデルとなっています。つまり、オンラインユーザーはソフトウェア自体はオープンソースでありながら、すべてのプロセスを従量制で支払うことができるのです。

テクノロジー大手の商業化モデルは、エコシステムの構築と広告サポートが基本です。これらの企業は、オープンソースソフトウェアをトラフィックポータルとして利用し、オープンソースソフト

ウェアアプリケーションのエコシステムを構築することで、利益を享受しています。このモデルは、Googleに代表されるように、Androidシステムをオープンソース化し、Androidアプリケーションで利益を上げながら、オープンソースソフトウェアの評判を得て、顧客の粘着性を高め、オープンソースソフトウェア自体の使用料は徴収せず、広告などの追加ビジネスで利益を上げるというモデルが典型的である。例えば、ソーシャルネットワーキング、eコマース、ゲーム、取引プラットフォーム、情報の流れ（検索、ニュース、短い動画、マイクロブログ）、その他のこのようなソフトウェア、すなわちオープンソースソフトウェアにおいてです。

Google、Mozilla、Canonicalなど、ほとんどの企業がこのビジネスモデルを採用しています。

オープンソースの組織は、メンバーを募集したり、周辺機器を販売したりすることで収益を得ています。Mozilla FoundationやWikipedia Foundationのようなオープンソースの組織は、Tシャツやコーヒーマグを販売していますが、これもユーザーコミュニティに対する追加サービスの一形態と見なすことができます。

(C) オープンソース生態系に現れてる問題は、リスク管理の観点から見ると

1. オープンソースガバナンスは急速な発展期を迎え、国家レベルでも注目されるようになった

オープンソース業界の活況に伴い、オープンソース技術は、ユーザーが技術的な障壁を打破し、技術革新を促進する一方で、セキュリティ、コンプライアンス、サプライチェーンなどの一連の問題をもたらす。オープンソースガバナンスは、オープンソースコミュニティの構築、オープンソースライセンスの遵守、コードのセキュリティレビューなど、オープンソース生態系の健全な発展を促進するための有効な手段である。

国際的な政府機関やテクノロジー大手は、オープンソースのリスクを改善するために、積極的なガバナンス活動を展開しています。オープンソースコンポーネントの普及に伴い、サードパーティ製の

オープンソースコンポーネントが大量にソフトウェアに統合され、ソフトウェアのサプライチェーンがますます複雑になっています。オープンソースソフトウェアのサプライチェーンにおける関係はますます複雑で多様化しており、情報システムを保護することはますます困難になっています。2022年1月と5月、米国ホワイトハウスは30以上のテクノロジー企業や政府機関を集め、オープンソースソフトウェアのサプライチェーンにおける課題について議論する「オープンソースソフトウェア・セキュリティ・サミット」を開催しました。

この会議では、現在のオープンソースソフトウェアのサプライチェーンには、不明瞭な規格、リスク管理能力の遅れ、不透明なエコシステムがあることが指摘されました。

2. より深刻な影響を及ぼすオープンソースのセキュリティ問題が浮き彫りに

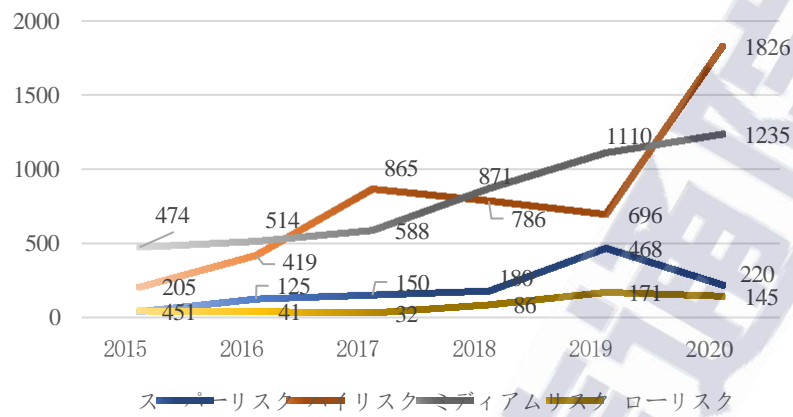
コードベースのセキュリティ脆弱性のリスクはより深刻である。
SnykとLinux Foundationによると

2022年に発表された「オープンソースセキュリティ調査」によると、アプリケーション開発プロジェクトでは、平均49

脆弱性は80件、直接の依存関係は80件です。また、オープンソースプロジェクトにおける脆弱性の修正に要する時間は

2018年のセキュリティ脆弱性の修正にかかる平均日数は4日、2021年にはパッチ修正に約110日かかると言われています。オープンソースソフトウェアのサプライチェーンセキュリティリスク調査2021の調査結果によると、2020年に新たに発生する脆弱性のうち、高リスクの脆弱性の割合が最も高く、1,826件にのぼります。ソフトウェア開発では、時代遅れで脆弱なオープンソースコンポーネントの利用が依然として主流です。2022年オープンソースセキュリティおよびリスク分析レポート」では、5つの指標を中心に、コードベースにおけるオープンソースプロジェクトのメンテナンスに関する統計が示されており、コードベースの88%に2年間開発活動が行われていないコンポーネントが含まれ、コードベースの85%

に4年以上経過したオープンソースコードが含まれていることが示されています。



出典: CNCERT

図 20 オープンソースのセキュリティ脆弱性の件数と傾向（2015年～2020年）

表 2 時代遅れのオープンソース プロジェクトを使用するグローバル コード ベースの割合

指標項	2021年	2020年
包含两年无任何开发活动的组件在代码库中占比	88%	91%
包含至少四年未更新的开源代码在代码库中占比	—	85%
包含过时四年多的开源代码在代码库中占比	85%	—
包含过时版本的组件在代码库中的占比	88%	—
包含至少一年无任何维护活动的组件在代码库中的占比	16%	—

出典：シノプシス、中国情報通信技術研究院

IoT、航空宇宙、インターネット業界は、セキュリティリスクが高いことが目に見えています。シノプシスの「オープンソースセキュリティおよびリスク分析レポート2022」によると、オープンソースの脆弱性を含むコードベースの割合は、2021年には17業界中10業界で2020年の統計と比較して減少し、6業界で増加しました。コードベースの多い上位5業種は、IoT、航空宇宙、自動車、運輸・物流、インターネット、モバイルアプリ。下位3業種は、サイバーセキュリティ、通信・無線、インターネット、ソフトウェア・インフラです。

开源风险较高 ■ ■ ■ 开源风险较低

行业	2021年开源漏洞代码库占比 (%)	2020年开源漏洞代码库占比 (%)	变化趋势
物联网	64	40	↑
航空航天、汽车、运输和物流	60	59	↑
互联网和移动APP	56	28	↑
教育科技	54	53	↑
能源与清洁科技	53	79	↓
营销科技	53	95	↓
金融服务和金融科技	53	62	↓
零售与电子商务	51	71	↓
制造业、工业和机器人	51	21	↑
企业软件/SaaS	50	62	↓
虚拟现实、游戏娱乐和媒体	46	55	↓
医疗保健、健康科技和生命科学	45	68	↓
计算机硬件及半导体	43	42	↑
大数据、AI、BI和机器学习	42	58	↓
互联网和软件基础架构	41	35	↑
电信和无线	41	57	↓
网络安全	38	57	↓

出典：シノプシス、中国情報通信技術研究院

図 21 世界の主要産業におけるオープンソースコードリポジトリのセキュリティリスクに関するヒートマップ

オープンソースの脆弱性伝播のリスクは非常に深刻です。全国コンピュータネットワーク緊急対応技術処理調整センターが発表した「2021年オープンソースソフトウェアサプライチェーンセキュリティリスク調査報告書」によると、オリジナルサンプルのオープンソースコンポーネントは6416個で、コンポーネント依存やオープンソース脆弱性の影響を受けています。

ソース脆弱性の第一段階伝播により、合計801,164個の直接依存するコンポーネントが影響を受け、その範囲が拡大しました。

125回合計で1109519個の間接的な従属コンポーネントが二次伝搬の影響を受け、その影響範囲は次のように拡大しました。

これは174倍の大きさです。オープンソースモデルによるオープンソースソフトウェアの普及は早く、広く利用されているため、客観的にはセキュリティ脆弱性の拡散のスピードと範囲を拡大し、伝染しやすい状況を作り出しています。Apache Log4jの脆弱性を例にとると、2021年12月10日にApache Log4jライブラリがリスクの高いLog4Shellの脆弱性を初めて公開してから半年が経ちましたが、脆弱性の影響はまだ残っています。Rezilion社が発表した調査報告書によると、オープンソースのコンポーネントの60%にまだ脆弱性が含まれているということです。

脆弱性のあるLog4j2コンポーネントの40%近くがまだダウンロードされており、多くの脆弱な

Log4Shellの脆弱性の影響を受けるアプリケーションは、修正プログラムによる更新が行われていません。



出典：CNCERT

図 22 オープンソース依存の部品脆弱性伝播の範囲

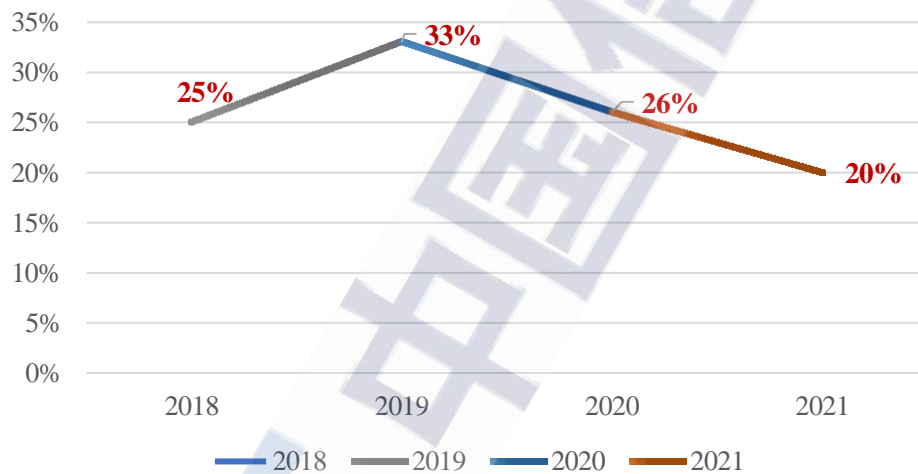
3. オープンソースライセンスはユビキタスで、コンプライアンスリスクが高まっている

オープンソースコードの利用が進む中、オープンソースのコンプライアンスに関する議論が活発化しています。Software Freedom ConservancyによるVizioに対するGPL違反の訴訟や、Oracle対Googleの著作権侵害訴訟の和解といった出来事は、ソフトウェア業界がオープンソースの合法性やコンプライアンスをより強く意識するようになってきていることを示しています。

オープンソースのライセンスリスクは懸念される。シノプシスが発表した2022年オープンソース・セキュリティおよびリスク分析レポートによると、2021年に監査したコードベースの53%にラ

イセンスが競合するオープンソースコードが含まれ、17%にライセンスの互換性に問題があったという。非正規ライセンスまたはカスタムライセンスを持つコードベースの割合は、2019年に増加し、その後2020年から2021年にかけて毎年減少し、2020年の26%から2021年には20%に減少するなど、改善しています。カスタムライセンスを使用するコードベースでは

法的な問題の可能性を評価する。例えば、JSONのライセンスは、「このソフトウェアは悪意のある使用を固く禁じられており、善意の使用のみを意図している」という注記が追加されているため、本質的に緩やかなMITライセンスとなっています。Apache Foundationのような多くのプロジェクトは、ライセンスの定義が曖昧なため、JSONライセンスを使ったコードを削除している。



出典：シノプシス、2022年5月

図 23 ライセンスなしまたはカスタム ライセンスを含むオープン ソース リポジトリの割合

4. サプライチェーンのリスクが隠れており、開発状況は極めて厳しい

オープンソースソフトウェアのサプライチェーンは、複雑な関係のネットワークであり、深刻なリスクをはらんでいます。今日、「サプライチェーン」には、何十（あるいは何千）人もの個々の開発者、組織、ソフトウェア、そしてそれらを結びつける

ツール、戦略、プロセスが含まれることがよくあります。この流れは、プログラマーの参入障壁を下げ、市場投入までの時間を短縮する一方で、2022年3月に発生した作者Marakによるオープンソースライブラリfaker.jsとcolors.jsの悪意ある侵害事件に代表されるように、オープンソース主要コンポーネントの持続的保守という課題も抱えており、深刻なリスクも残しています。作者は、両方のパッケージに悪意のあるコードを投稿し、GitHubとnpmパッケージマネージャに投稿し、アイテムをリリースすることでサプライチェーンを汚染しました。

そのため、この2つのライブラリに依存していた数千のプロジェクトが動作不能に陥りました。

オープンソースのリスクコントロールの仕組みが不十分であり、今後、オープンソースのリスクは集中的に露出する時期を迎える。SnykとLinux Foundationの調査によると、オープンソースソフトウェアの開発または使用に関するリスク管理戦略を策定している組織はわずか49%で、企業はソースコードや使用するオープンソースコンポーネントのセキュリティよりも機能要件の検証を優先していることがわかります。企業は、オープンソースソフトウェアの使用に関する完全な管理体制を確立していないため、開発者は「使ってはいけない」状態であり、企業は使用しているソフトウェアシステムにオープンソースソフトウェアが含まれているかどうかを知る術がないのである。また、ソフトウェア製品が納品されると、オープンソースソフトウェアのリスクは、情報システム全体のセキュリティ運用に大きな課題をもたらすことになる。もし業界が健全なオープンソースセキュリティの審査評価とリスクガバナンスの仕組みを確立できなければ、オープンソースリスク事故の数は増え続け、発生頻度も高くなり、その結果はますます深刻になるでしょう。

四、中国のオープンソース生態は新段階に入り、新たなチャンスに直面する

(a) 中国オープンソース・エコ開発も新たな段階へ

1. 開発環境の整備が進み、オープンソース開発は新たな局面を迎える

政策環境は引き続き改善されています。第14次5ヵ年計画にオープンソースが盛り込まれた後、国家レベルでのオープンソースの重要性が深まり、オープンソース支援政策が新技術開発の推進に反映されていた以前と比べ、近年はオープンソース政策がより体系的かつ多様化しています。国は産業界のユーザーにオープンソースの認識を積極的に広め、オープンソースの公共資源の構築と最適化を指導しています。国務院は「強靱な知的財産権国家建設綱要（2021-2035）」を発表し、オープンソースの知的財産権の整備に言及した。

知的財産権と法制度は、オープンソースコンプライアンスの発展を促進するために、産業省と情報技術部は、“14の5ヵ年計画”ソフトを発行しました。

2021年には、中国人民銀行が5つの省・委員会と共同で「金融分野におけるオープンソース技術の応用と発展の規制に関する意見」を発表し、産業界のユーザーのオープンソースに対する正しい理解を積極的に推進しています。

企業の注目度は高まり続けている。テクノロジー企業や業界関係者は、オープンソースに対する認識と理解を深め、企業の発展戦略とともにオープンソースエコロジーを計画し、またオープンソースのリスク管理問題にも関心を寄せています。Huawei、Ali、Tencent、Ant Financial Services、Baidu、WeChat Bank、Drip、Jitterbugは、オープンソース管理オフィス（OSPO）またはOSPOに似た部門を設置し、多数のオープンソース専任スタッフを置き、内部の技術、法務、セキュリティ、パフォーマンスなどの各ラインを結びつけています。金融機関に代表される産業界のユーザー企業は、オープンソースの管理バーチャルチームを立ち上げ、企業内でのオープンソース活用の管理を推進しています。

開発者の裾野は広がり続けています。2021年のGitHub開発者の10.3%は中国出身者であり、Giteeは2021年までに180万人の登録開発者と800万人以上の総ユーザーを有するとされています。Huawei、Tencent、Aliはいずれも数千人の従業員がオープンソースコードに貢献しています。オープンソースで人材を育成する文化が広がっています。大学生や企業のエンジニアを対象としたオープンソース教

育 が 続々と登場し、国内のオープンソース人材プールを大きく後押ししています。中国の30以上の大学が、オープンソースの利益団体を設立し、オープンソースのミラーサイトを維持し、学生のオープンソースの利用を促進しています。中国情報通信技術研究院（CAICT）は、信頼できるオープンソースガバナンス技術に関するトレーニングや、企業向けのオープンソースガバナンストレーニングを提供しています。

オープンソースの生態系は、ますます成熟しています。中国のオープンソース生態系は、プロジェクト数、コミュニティ活動、国際的影響力、主要分野のレイアウトの面で成熟しています。中国におけるオープンソースプロジェクトの数

Giteeによると、新しいアクティブなリポジトリの数は2021年に200万を超え、2013年からの年平均成長率は79%に達するとのこと。オープンソースプロジェクトの国際的な影響力は拡大を続けており、2021年には50以上のプロジェクトが国際的なオープンソース財団に加盟する予定です。ジーティーによると、2021年には2020年比で102%増の課題・PRが発生するとのこと。基本ソフトの分野でもオープンソースプロジェクトの台頭が続いており、OSではopenEuler、open Anolis、Tencent OSが急速にエコシステムを確立し、2021年には中国で10以上のオープンソースデータベースがローンチされる予定です。中国は幅広い分野をカバーするオープンソースコミュニティを設立しており、中国情報通信技術院は2018年より、クラウドコンピューティング・オープンソース産業アライアンスに依拠して、金融業界向けオープンソース技術応用コミュニティを設立しています

(FINOC)、通信業界オープンソースコミュニティ（ICTOSC）、技術製造業界オープンソースコミュニティ（TMOSC）、自動車業界オープンソースコミュニティ（AOS）の4団体で、業界のオープンソース技術応用交流プラットフォームを構築し、業界のオープンソース技術応用、オープンソース統治、オープンソース生態系自発的構築について議論しています。

2. オープンソース市場は巨大であり、ビジネス環境は成熟

し改善され続けている

オープンソースアプリケーションの市場が立ち上がってきています。オープンソースの普及状況は、オープンソースを利用している企業数や、企業内でのオープンソースソフトウェア/コンポーネントの利用が増加していることに反映されています。2022年の中国情報通信研究院の調査によると、90%以上の金融機関がオープンソースソフトウェアを使用し、64.7%の金融機関が1,000以上のオープンソースソフトウェア/コンポーネントを使用しており、ミドルウェア、ビッグデータ、データベース、人工知能がオープンソースの主な適用分野であることが分かっています。産業界のユーザーは、徐々にオープンソースアプリケーションに真剣に取り組み、オープンソースソフトウェアの管理能力を高めています。

オープンソースの自主調達トレンドになりつつある。以前のオープンソースは無料という認識と比べると、オープンソースのアプリケーションの過程で、産業界のユーザーがプロフェッショナルサービスのサポートに対する大きな需要を生み出すことで、オープンソースの商用サポートのニーズが徐々に現れてきているのです。オープンソース調達には、オープンソースサービス支援、オープンソース運用コンサルティング、プラットフォーム構築の3つの側面があります。事業者によるオープンソース調達は、オープンソースのサービスサポートが中心で、金融機関では、近年、オープンソースのガバナンスコンサルティングやプラットフォーム構築の調達の需要が増えています。

オープンソースの資本市場は、依然として活発です。2021年の国内オープンソース資本市場は活発化、政策や市場要因で新興技術のスタートアップが続々登場 2021年は国内30社以上が最大30億米ドルの資金調達に成功、クラウドネイティブに注目(33%)、データベース(33%)、人工知能(10%)の技術分野で、半数以上の企業が数億人民元の資金を一度に調達しています。2022年もオープンソース資本市場は活発で、2022年6月までの3年間で資金調達イベント数は資金調達ラウンド数の36%を占めています。

3. オープンソースのリスクは集中し、リスクガバナンス体制は加速している

2022年初頭、オープンソースコンポーネントのセキュリティ事件が相次いで発生し、国内の情報システムの安定運用に一定の影響を及ぼし、企業はオープンソース利用やセキュリティ問題を直視し、オープンソースのセキュリティ状況把握と緊急対応の長期的な仕組み作りを模索するようになった。オープンソースコンプライアンスの面では、オープンソースライセンスに関連する訴訟事例が、中国におけるオープンソースコンプライアンスの認知度を高めるとともに、関連する法的根拠を蓄積しています。

様々な産業におけるオープンソースガバナンスのさらなる実現。伝統産業は、オープンソースのリスクガバナンスを、セキュアな開発、研究開発の効果、セキュリティの状況認識など多面的に切り込み、一方、オープンソースのリスクガバナンス戦略を、ソフトウェアサプライチェーンガバナンスまで探求しています。中国情報通信研究院によると、2022年

2011年、金融業界の71%の企業がオープンソース管理チームを設置し、39%がオープンソース専任管理者を置きました。通信業界の省・市レベルの事業者は、グループの統一プラットフォームとルールを再利用してオープンソースガバナンスを実施しましたが、CT側とIT側のオープンソースガバナンスを統一することが困難でした。自動車業界のインターネットアプリケーションは、オープンソースガバナンスを優先しています。

(2) オープンソースの役割が新たな可能性を生む

新しいアイデアを洗練させる現在の業界の認識では、オープンソースはオープンソースソフトウェアという形がほとんどで、オープンコラボレーションという開発モデルはまだ十分に理解されていないのが現状です。オープンソース、ボーダーレスコラボレーションによるネットワーク効果、透明性の高い情報の相互運用性によって生み出される価値について、より深い理解を促す。オープンソースの概念は、ソフトウェア開発プロセスを抽象化し、個人の行動や社会の分業・協調を導く概念として形成されています。

新しい方向性を模索する。新技術におけるオープンソース開発モデルを積極的に模索し、オープンソースによる新技術の市場的・組織的優位性を創造しています。新しい技術の方向性は、コンセプトが破壊的であるか、上流と下流の多様性に適応的であるか、

ユニバーサルなプラットフォームであるかのいずれかです。例えば、メタバースは技術的実践と現実世界のマッピング関係を構築し、現実世界のルールを変えようとするもので、そのコアテクノロジーには3DエンジンやWeb3が含まれます。

新しい統合のかたち。オープンソース財団は、オープンソースの生態系を構成する重要な要素であり、オープンソースの中立性の発展を促進する上で重要な役割を担っています。中国のオープンソース組織は、オープンソース財団の形態をとっているだけでなく、様々なオープンソース連合、協会、委員会を含み、産業応用と組み合わせたオープンソースの発展、特定分野におけるオープンソース技術の発展を積極的に推進しています。その後、オープンソースは様々なものに適用されていきます。

業界のオープンシナリオは、コードの相互運用性、需要の相互運用性、インターフェースの相互運用性などの多様なシナリオを提供し、オープンソース組織の新しい形態を十分に適用する必要があります。

アプリケーションの新しいモデルです。オープンソースビジネスモデルは、ディストリビューション、クラウドサービス、オープンソースサービスなど様々な形態がありますが、その核心は、製品中心のビジネスモデルをサービス中心のビジネスモデルに進化させ、オープンソースコードを取得するのではなく、それを使って価値をもたらすことにあります。今後、企業はオープンソースのビジネスモデルを広く適用し、アプリケーションシナリオの変化の速さと研究開発費の高さという現在の問題に、サービスの価値化で対応する必要があります。

新しいガバナンスの仕組み現在のオープンソースガバナンスは、オープンソースガバナンスルールの明確化、オープンソース規程の制定、オープンソース管理組織構造の導入、オープンソースガバナンスプラットフォームの構築などに重点を置いています。しかし、オープンソースのガバナンスは生態系の問題であり、業界共通の問題を個々の企業が解決することは困難です。今後、業界では、グループガバナンスを共有する新しい仕組みを積極的に模索し、公的知識の析出と運用の仕組みを形成し、オープンソースのリスク問題に共同で対処していく必要があります。

中国情報通信研究院

住所：100191 中国北京市海淀区華
園北路52号

電話：010-62300557

ファックス：010-

62304980

ウェブサイト：www.caict.ac.cn

