

# カーボンニュートラルを実現するための スタートアップ探索について

—俯瞰解析による意思決定—

Search for startups to achieve carbon neutrality using panoramic view analysis



VALUENEX 株式会社 代表取締役社長 CEO

**中村 達生**

1991年、早稲田大学大学院理工学研究科を修了後、三菱総合研究所入社。1994年から1998年まで東京大学工学部助手。三菱総研復職後、2005年に工学博士取得。2006年に当社設立、代表取締役社長 CEO に就任（現任）。2014年2月米国シリコンバレーに当社現地法人を設立、President に就任（現任）。2018年、当社東証マザーズにIPO。現在、早大大学院理工学術院非常勤講師も兼務。2018年度特許情報普及活動功労者受章。2019年スタンフォード大学より Japan-US Innovation Award 企業に選定。

✉ nakamura@valuenex.com

TEL 03-6902-9833

## 1 はじめに

カーボンニュートラルを実現するにあたり、CCUS<sup>1</sup>に関してだけでなく、資源、食糧問題、人口爆発、地磁気減少など、地球温暖化以外の環境問題も含めた幅広い社会課題の中で、シナリオを作成してゆく必要がある。それを実現するには、技術的な進歩が不可欠であることが明確であるから、技術を手がかりに考察を始める。ひとつの重要な技術が構築されたとき、上記の社会課題のどこまで充足できるかは課題の連関構造を理解して評価しなければならない。例えば、核融合発電が2030年に商用化されるとして、理論的にはCO<sub>2</sub>の排出を伴わずに、エネルギーを無尽蔵に生み出すことが可能になり、エネルギー単価が下がり、地政上の覇権が変わる上、情報処理量は飛躍的に増加し、今度は排熱の問題が発生する。既存の延長ではなく、新たな課題が頻出することになる世の中にあって、柔軟性と進歩性、そしてレジリエンス（復元力）を備えた企業だけが生き残ることになるだろう。本報は、昨今の地球環境問題にからむ社会課題に対して、日本企業が世界に誇る技術面だけでなく、ビジネスサイドのアイデアを持つスタートアップのような先端的な企業や技術を探る事例の一端を紹介することを目的としている。

## 2 地球温暖化について

CO<sub>2</sub>をはじめとする温暖化ガス（GHG: Green House Gas）排出を抑制する必要性は1970年代に執筆されたロークラブの「成長の限界」にもあらわれているように、決して新しいとは言えない長く提言されつづけている社会課題である。1997年に採択された気候変動に関する国際連合枠組条約、いわゆる京都議定書にて初めて国際間にて話し合いが行われ、各国のとりきめが設定された。その後、2015年にパリ協定が世界196カ国参加によって締結され、積極的な目標を掲げている国々もあるが（表1）、産業化以前と比較して平均気温の上昇を1.5度以内にするためには、2050年までに人為的なCO<sub>2</sub>の排出を実質ゼロにする必要があり<sup>2</sup>、そのためには革新的エネルギー環境技術が必要とされている。

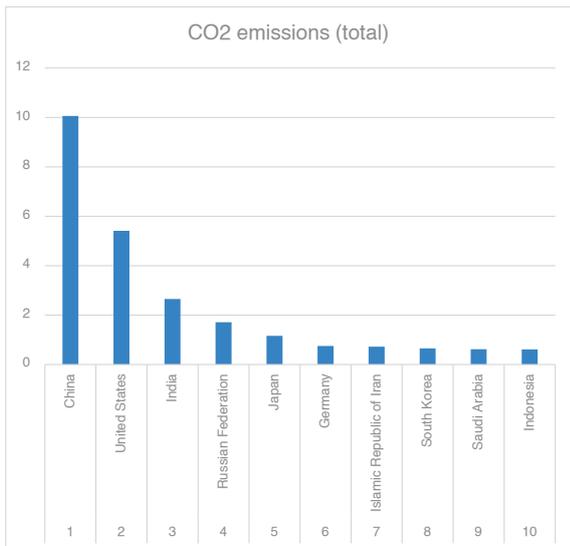
### 2.1 GHG 排出の現状

日本のCO<sub>2</sub>排出量は1.16Mトンであり世界第5位である。第一位の中国は日本の8.7倍、第二位のアメリカは4.7倍の排出量であり、日本の排出量とは大きな開きがある。また、一人当たり換算でもアメリカは1.8倍以上のCO<sub>2</sub>排出大国となっている（図1）。

<sup>1</sup> CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) : 分離・貯留したCO<sub>2</sub>の利用

<sup>2</sup> IPCC 1.5度特別報告書

The 10 countries that emitted the most carbon dioxide in 2018



2018 rankings by per capita emissions

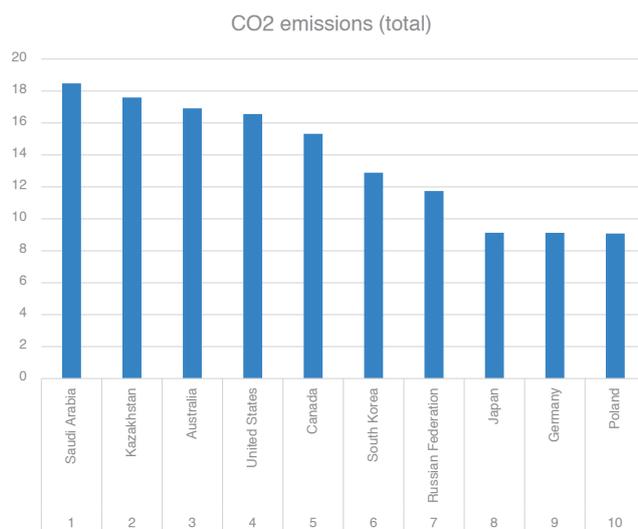


図1 各国のCO<sub>2</sub>排出量とひとりあたりのCO<sub>2</sub>排出量 top10

表1 パリ協定における各国のGHG 排出削減目標

国/地域	基準年	削減目標
日本	2013年	2030年までに26%削減
アメリカ	2005年	2025年までに26-28%削減、28%にむけて最大限の努力
EU	1990年	2030年までに国内で少なくとも40%削減
ノルウェー	1990年	2030年までに50%以上、最大で55%削減
中国	2005年	2030年までに早くに排出量を減少に転じる。GDP当たりのCO <sub>2</sub> 排出量を60-65%削減
インド	2005年	2030年にGDP当たり排出量を33-35%削減、2020年にはGDP当たり20-25%削減。
ブラジル	2005年	2025年に37%削減、2030年に43%を削減を示唆

## 2.2 現在の規制・目標

削減目標を比較すると、日本は2030年までに26%削減を掲げている。世界の中でも控えめな削減目標であるが、エネルギー消費大国アメリカの26-28%と同等の目標値となっている。日本は削減の伸び代が少ない分、一次エネルギーを中心とした大改革が必要である。CO<sub>2</sub> 排出抑制、CO<sub>2</sub> 分離回収、CO<sub>2</sub> 固定、炭素利用の各領域において技術革新の必要に迫られている。

3 <https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions>

4 出典：各国発表のNDCをもとにGHG 排出量の削減目標を整理  
出所：「図解でわかるカーボンリサイクル」p39

## 3 俯瞰すると見えるビジネスのヒント

カーボンニュートラルの実現を目指した直接的な技術は、カテゴリー毎に多数の手法があり（表2）、各国の特許文献、論文を検索すると長期にわたる弛みない研究開発の変遷をみることができる。社会課題やビジネスとの関連性を把握するために、ここでは視点を広げて、間接的または隣接する技術領域も含めた特許俯瞰図を作成した（図3）。密度の濃く研究開発が盛んだと考えられる領域に着目すると、俯瞰図の中心にCO<sub>2</sub> 炭素排出に関する領域があり、右下に隣接して燃料、上方に少し隙間をあけてシリコン等材料の領域がある。燃料の右下方向にサーバー類に関する技術領域があり、燃料とサーバーの間（図中A）には、CO<sub>2</sub> 排出削減量のモニタリ

ング装置などが当てはまり、左上のバイオとの間（図中B）の疎な領域には触媒的脱水素プロセスに関する領域が存在する。このように、視点を広げることにより、カーボンニュートラルを基とした技術連関を整理し新たな用途探索へとつなげられる。

表2 カーボンニュートラルを実現するための技術カテゴリー

カテゴリー	手法
CO <sub>2</sub> 排出抑制	再生可能エネルギーへの代替
	低炭素燃料への転換
	エネルギー使用の効率化
	省エネルギー
	その他
CO <sub>2</sub> 分離・回収	化学吸収
	物理吸収
	吸着分離
	膜分離法
	深冷分離法
	酸素燃焼法
	化学ループ燃焼法
CO <sub>2</sub> 固定	地中貯留
	海洋隔離
	炭素への分解
	化学品変換
	植林による地上隔離
	海洋植物で吸収
	動物で吸収
炭素利用	燃料としての利用
	その他利用

上記俯瞰図は、一つの点が文献を表しており、文献間の類似性に基づいて配置がなされている。近い点どうしは内容が近い文献であることを意味する。俯瞰図は相対的な関係を示しており、縦軸と横軸には意味はなく、配置の結果としての方向性が傾向を示している。等高線の山が高い領域は点が密集していることを表しており、すなわち、類似の文献が多数存在していることになる。特許や論文を用いた俯瞰図の場合の密集領域は、類似の研究開発が多数明文化されていることを意味する。反対に等高線が薄く疎な領域では文献数が少なく、空白に近い領域であることを示しており、ある種のビジネスチャンスが埋もれている場合がある。

俯瞰図の中心は、表示されている母集団全体の共通項の多い領域であり、母集団全体の特性を表している。時系列データを利用すると、成長領域、安定領域の特定や、重心の動きをとらえることが可能である。また、組織、人、モノの属性にしたがって領域別のリスト化から趨勢を推し量れる。これらが俯瞰解析の基礎的な情報抽出方法である。ただし、解析の目的に照らして、用いた情報ソースの特性と視点を変える必要がある（表1）。

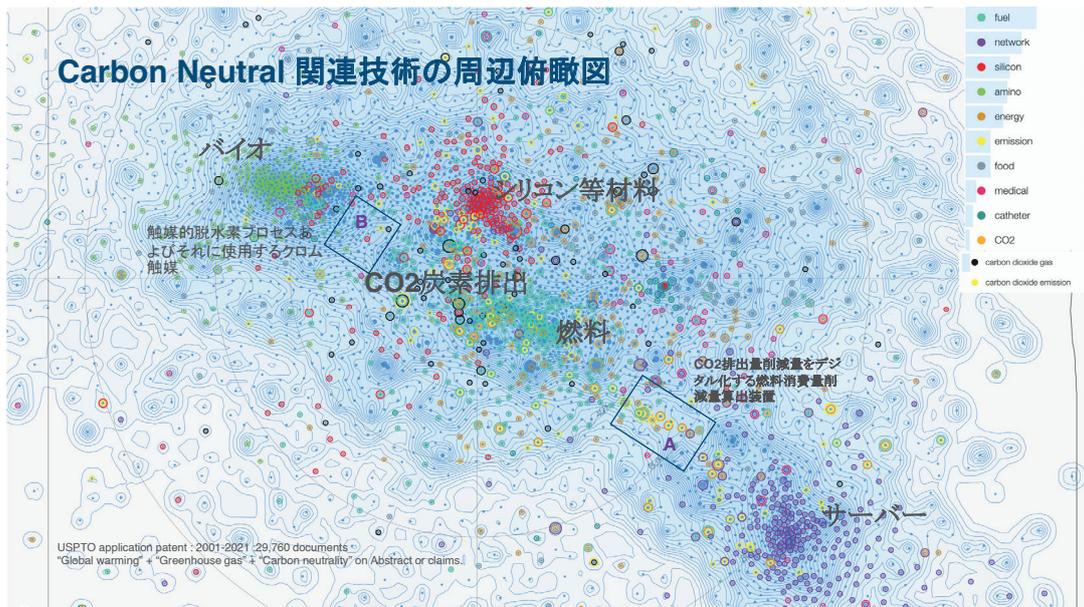


図2 カーボンニュートラル周辺の広義な特許俯瞰<sup>5</sup>

5 入力クエリー：“Global warming” or “Greenhouse gas” or “Carbon neutrality”, 件数 29,760, US application 2001-2021

表3 目的により情報源と視点を変える

View Point of Radar / 視点	Analytics meaning				
	R&D Strategy	Market Analysis	IP license	Startup Supporting	Finance
Radar purpose / 俯瞰図の目的	Research Paper/Patent	Review Data	Patent Data	Startup Data	Annual Report
Main Data Source / 主な情報源	Research Paper/Patent	Review Data	Patent Data	Startup Data	Annual Report
Center of Radar / 俯瞰図の中心	開発の中心	関心の中心	分野の共通技術	インナーサークル	基盤事業
Major Area / 集積領域	開発の力点領域	流行	一般的技術	有名企業群	主力事業
Spance Area / 疎な領域	チャンス領域の可能性	現時点で不人気・低認知	No Business	投資対象不在	隙間事業領域
Growing Area / 成長領域	先んずれば制す領域	話題の領域	将来に価値化	資金調達拡大	注力事業
Gravity Trend / 重心の変化	協業・競合対策	先行開発	交渉相手探索	資金流動	事業バランスの変遷
Distance / (プロット間)距離	差別化戦略指標	関心度合いの計測	価値化範囲の設定	異種企業	事業間の関係性
Top Companies/Organization / 上位企業・組織	主要な開発主体	市場の先導者	交渉の対象企業	成長企業	主担当部門
Top Person / 上位人物	開発のキーパーソン	流行の仕掛け人	価値設定のキーパーソン	有名投資家/有名起業家	主担当者

## 4 注目すべきスタートアップ探索

### 4.1 類似のスタートアップを探す

日本企業、とりわけ製造業やインフラ産業において、1990年代以前から地球温暖化への対策は実直に取り組まれてきた。省エネ設備への転向、CO<sub>2</sub>回収・利用技術、炭素固定にかかる研究など、培ってきた最先端の技術やノウハウはODAなどを通じて新興国にも供与され、クリーン開発メカニズム(CDM: Clean Development Mechanism)制度の対象とし、日本の排出枠の確保にも寄与することが期待されている。一方、ビジネスサイドに着目すると、日本企業は一般消費者市場における社会課題に寄与する新規のサービス開拓力が弱い。柔軟性に飛んだスタートアップ企業にはカーボンニュートラル社会の実現に寄与することを謳った事業を展開している企業がいくつも存在する(表2)。例えば2016年創業のJiminy'sは昆虫のタンパク質を用いたペットフードブランドである。牛・豚・鳥の動物性タンパク質を昆虫由来のタンパク質に置き換えることにより節水となり、温室効果ガスの放出を防ぐ効果をもたらすことになる。Next Energy Technologiesは、oLEDの技術を用いて建物の窓を太陽光発電パネルとし、窓枠から風力を得るなどの新しい建材プロダクト開発を行なっている。柔軟な発想と新しいビジネスへの理解と迅速な参入、そして、試行錯誤を厭わない思想の経営は、昭和型ビジネススタイルを踏襲している大企業が独自に行うことは困難である。そこでアメリカ西海岸を拠点とするようなスタートアップを例にヒントを得ようと現地シリコンバレーに駐在員を常駐させる企業は数多

い。現地のベンチャーキャピタリストから定期的にスタートアップ企業を紹介され、それを日本の本社に報告を行う業務を2年ほど続けると赴任期限が切れて交代となり、後任があらためてゼロに近いスタート地点から、ネットワークを再構築する無駄を多くの企業が今も続けている。昨今は複数のスタートアップデータベースも登場しており、情報量は豊富になりつつあるが、一社一社の情報を人間が読み込む以外の合理的なフィルタリング方法や、自社とスタートアップとのシナジー判定の手法が貧弱だという課題があった。そこで、企業群を事業概要の類似性に基づいて可視化することにより、多くの時間節約と、探索のための費用削減が期待できる。例えば、2010年創業のフォレストテック企業であるNCXの事業概要を入力文として、類似する事業概要を持つ企業を抽出し、それら企業間の事業の類似度を距離に置き換えて可視化するとNCXを中心としたスタートアップ企業の俯瞰図が生成される(図4)。NCXの事業概要にもっとも近いForest Carbon Worksという2020年に創業され、すでに5 million US\$の資金調達を成功させた企業の存在がもの数秒で明らかとなる。もし、現地のベンチャーキャピタルからNCXの存在を紹介され、それを日本の本社に報告した際に、他の類似の企業の有無を問われたとき、Forest Carbon Worksも同種のビジネスを行なっているの両社を比較対象にすることを告げられれば、報告者の評価も高まることは間違いないだろう。

表4 カーボンニュートラルに寄与するスタートアップ企業のビジネス

Company Name	設立年	Abstract
Jiminy's	2016	Jiminy'sは、自分で昆虫を食べることに抵抗があっても、持続可能な食料消費に参加したいと考える人のためのペットフードブランドである。2016年に設立されたJiminy'sは、犬用おやつ動物性タンパク質を昆虫のタンパク質に置き換えている。同社のウェブサイトによると、米国での肉の消費が環境に与える影響の25%から30%は、犬猫への給餌によるものだという。2020年には、犬の飼い主が従来の犬用おやつをJiminy'sに変えることで、2億1,800万ガロン以上の水を節約し、2,050万グラムの温室効果ガスの放出を防ぐことができたとしている。人間と同じように、犬にとっても昆虫は健康的で持続可能なおやつになる。
Patch	2021	ネットゼロ計画を推進する上での最大の課題の一つは、直接削減できない排出物を確実に除去・貯蔵するプロジェクトと企業を結びつけることである。Patchは、数行のコードを追加するだけで、クレジットカードでの購入などのオンライン取引を炭素除去プロジェクトに結びつけるツールを開発した。パッチ社のCEOであるブレナン・スペラシーは、次世代技術に関する分科会で、「私たちは、プログラムによって、大気中から任意の量のCO2を取り除くことを信じられないほど簡単にします」と述べている。
NCX (旧SilviaTerra社)	2010	フォレストテック企業であるNCX (旧SilviaTerra社)は、初期の森林炭素プロジェクトに関わっていたが、創業者たちは、買い手を見つけるのが難しい、データに疑問がある、100年の約束を守るのとは不可能であるなど、それらのプロジェクトが抱える落とし穴を発見した。そこで同社は、小規模な土地所有者のニーズを満たすと同時に、より強固な炭素クレジットを生み出すことができる、年単位のダイナミックな市場を開発することにした。
Indigo Ag	2018	インディゴ・アグは、小規模な企業と大規模な炭素クレジット購入者との間を仲介する会社である。Carbon by Indigoプログラムでは、農家がより多くの炭素を土壌に蓄える方法に切り替えるための運営支援と経済的なインセンティブを提供し、導入の障壁を減らすことを目指している。
Next Energy Technologies	2010	Next Energy Technologies社は、建物のフットプリントを減らすためのハイテクソリューションを提供している。これは、太陽光発電のコーティングで、窓をゼロカーボンのエネルギー源に変えるものです。ネクストエナジー社は創業から10年以上経過していますが、この分野では若い企業が次々と誕生しているため、新しい技術を扱うことに顧客が躊躇しているのを目の当たりにしてきた。

NCXと類似した業務内容のForest Carbon Works(2020)を発見。

- Organization Name  
Forest Carbon Works
- Founded Date  
2020
- Funding State  
Venture Round
- Funding Amount  
\$5.00 million
- Short Description  
Forest Carbon Works is a developer of forest carbon offset projects that helps landowners monetize the carbon stored by their forests.

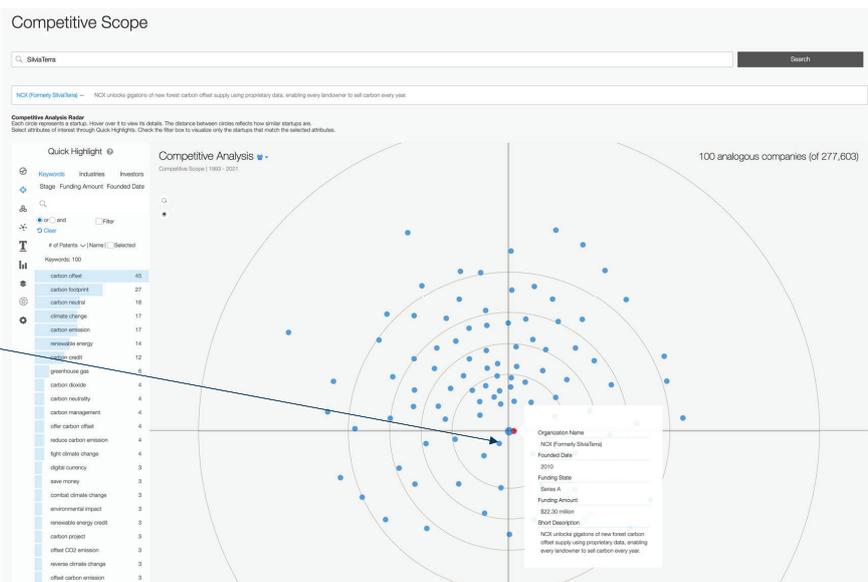


図3 NSXと類似するスタートアップ企業の類似俯瞰図

## 4.2 スタートアップの技術的位置付けを可視化する

事業概要をもとに類似企業を探索することができても、技術系スタートアップの技術デューデリジェンスは、先端的分野であることや、特許が保有されていないことが多いことから、専門家でないかぎり、担当者レベルでの評価は難しい。対象となるスタートアップが、コア技術に対して特許を保有している場合は、特許俯瞰図から技術的な位置付けを明らかにできる。特許が保有されて

いない場合は、事業概要や技術概要を用いて、概念検索やキーワードを用いたブーリアン検索により、技術俯瞰図を作成する。用いるデータソースは、すでにビジネスとして上市されているサービスやプロダクトのような開発型の場合は特許文献を用い、バイオテクノロジーや材料化学のような近未来以降に上市予定の研究型企業の場合の評価には、論文情報を用いると良い。俯瞰図では、入力した事業や技術の概要を中心に置くことにより、相対的な関係を把握できる。

### (1) 技術の位置付け把握の観点

大企業や既存企業が技術系のスタートアップを探索する際の主な観点はユニーク性、先進性、差別化要因、シナジーである。ユニーク性は既存の企業が持ち得ない独自の技術や事業を持ち、かつ代替性の有無、先進性は従来の手法にはない効能（速度、コスト、品質、安定性など）をもって既存の課題を解決できるかどうか、競合差別化要因は、すべての競合とその競合度合いの距離と数年にわたる距離間の変化が把握できているかどうか、そして、既存事業への取り込みを目的としたスタートアップ投資や協業の場合は、自社（大企業）がもてる技術とオフセット気味で補完関係にあることが望ましい。上記のごく基本的な観点は、俯瞰図などによる可視化が効果的である。

- ユニーク性（類似のなさ）：代替性があるかどうか
- 先進性：既存の課題をどこまで解決しているか、既存領域からの距離
- 競合との差別化要因：競合との安全距離の有無、時間的変化
- 大企業との接点（コラボレーション・投資）：オフセット配置であるかどうか。

### (2) 保有特許から類似技術探索

通常、操業間もないスタートアップ企業は、特許を十分に保有していない、もしくはまったく保有していないことも稀ではない。oLEDの技術を用いて窓を太陽光パネルにするビジネスを展開しているNext Energy Technology社（以下、Next社）には判明している2件の特許があり、それらと内容的に類似している特許文献を米国特許公開公報から取得し、レーダー図に表した（図中の赤丸が、Next社）。

レーダー図表現にて可視化することにより、どの方向に類似しているかを一眼で判別できるメリットがある。Next社の二つの特許の間に、基となる有機金属錯体に関する他社の特許が存在することから、Next社の中心となる領域を他社が握っている構図が浮かび上がってくる。もちろん、Next社が本来のコア技術を秘匿するために特許出願を行わず、この俯瞰図に明示的にあらわれていない可能性もあるが、他社が特許を保有している現実から、技術デューデリジェンスの段階において技術的差別化戦略が問われることになるだろう。

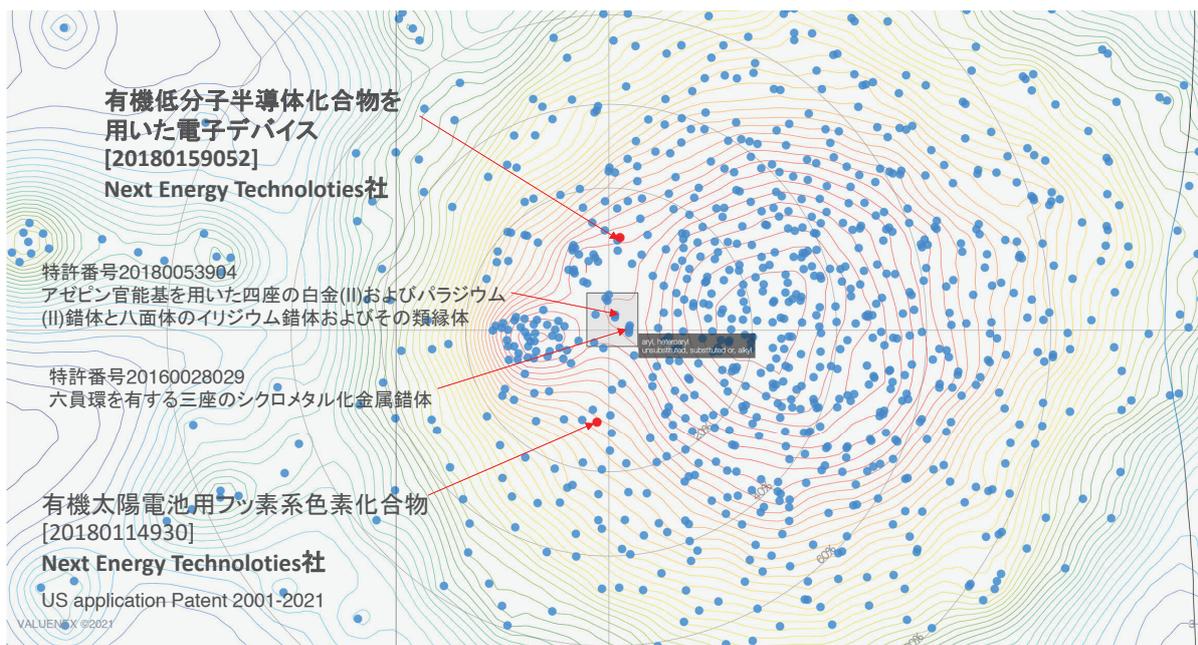


図4 Next Energy Technologies社の保有特許の周辺俯瞰図

### (3) 企業概要から類似技術を俯瞰しビジネス機会を探る

スタートアップ企業が特許を未取得の場合の技術探索は、企業概要の中に記載されている技術的な論点を用いて概念検索やブーリアン検索を組み合わせて母集団を作成する。前出の Jiminy's は、2016年に創業されたペットフードブランドであり、昆虫タンパクを用いている。人が食するには抵抗があるが、ペットフードであれば、普及に障害が少ない。米国での肉の消費が環境に与える影響の25%から30%は、犬猫への給餌によるものだという。2020年には、犬の飼い主が従来の犬用おやつを Jiminy's に変えることで、2億1,800万ガロン以上の水を節約し、2,050万グラムの温室効果ガスの放出を防ぐことができたとしている。人間と同じように、犬にとっても昆虫は健康的で持続可能なおやつになる。残念ながら現時点では各国の特許データベースの中から Jiminy's の特許文献をみつけることができない。そこで、同社の技術的な内容が含まれる事業概要をクエリーとして、類似する特許文献を収集し、俯瞰図に表した(図6)ところ、Jiminy's の事業は、犬用飲料、健康ダイエット、自然食の間に存在し、ニッチな空白が存在していることがわかる。周辺領域との関連性から、この空白領域を埋める技術は、ペット用の昆虫食、あるいは代替肉が該当すると考えられる。

## 5 おわりに

カーボンニュートラルにむけて、各国のあらゆる産業が待ったなしの対応が求められている。既存事業の範疇から抜け出した新しいアイデアをとり入れるためには、柔軟性にとんだスタートアップの発想力が必要である。そこにはデータに基づく漏れと思い込みを排除した企業探索と、データに基づく俯瞰的かつ客観的な技術デューデリジェンスの視点が必要である。

特許情報は技術情報を網羅的に記した質の高い文書でもある。明示的な保有特許の少ないスタートアップ企業であっても事業や技術の概要を用いて周辺俯瞰を行い、有用性と競争力の程度を測ることができる。精度の高い判断を行う上で、論文や口コミ情報、さらには、企業情報など、目的に合わせて、対象とする情報源と解析の視点を変えることが肝要である。データはつねに不完全、不十分であり、データの満たしている状況を踏まえて、補完的に組み合わせて、結論を導出することがゼタバイト級の情報過多時代の歩み方と言えるだろう。

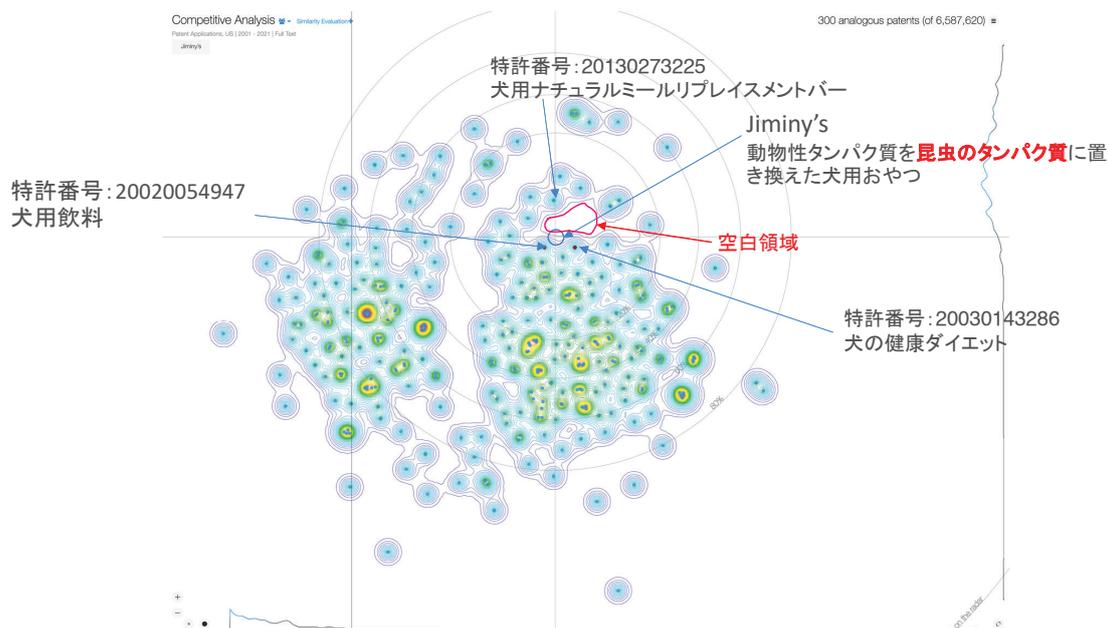


図5 Jiminy's の周辺特許俯瞰図



2

特許情報の高度な活用