



持続的ラディカルイノベーションによる市場創造のメカニズム

—半導体産業におけるGPUの汎用化を事例として—

田中克昌
小具龍史

概要

本研究は、半導体市場の中でも、とりわけゲーム市場のグラフィック用途で活用されるとともに、ハイエンド性能を向上し続け、新たな高機能領域に活用されるGPU (Graphics Processing Unit) 市場に着目する。

本研究の目的は、GPU製品の用途がグラフィック用途以外へと拡大した2010年から2022年を対象に、当該製品を取り扱う半導体メーカーであるNVIDIA及びAMDの戦略導線を綿密に把握するとともに、GPU製品の性能比較を行うことで、半導体産業においてGPUの汎用化がもたらしたイノベーションのメカニズムについて考察することとする。

Christensen (1997) によると、従来、製品開発と市場創造との関係性において、持続的イノベーションによる過剰な製品性能の向上は、破壊的イノベーションによって逆転を許す要因となることが定石とされてきた。

しかし、本研究の結果、持続的イノベーションとラディカルイノベーションが同時発生する新たな市場創造のパターン (持続的ラディカルイノベーション) が存在するという事実が明らかになった。この市場創造のパターンは、GPU製品市場の主要プレーヤーにおける企業側の側面だけでは成立しない。市場における戦略導線と消費者行動が呼応し合うことにより、市場創造が加速すると考えられる。いわば、企業と消費者の交互作用による新市場創造のメカニズムとでも言うべき構造である。

つまり、持続的イノベーションとラディカルイノベーションが融合する「持続的ラディカルイノベーション」とリードユーザーによる本能的行動との交互作用により、価値共創が行われていた。そしてユーザーのニーズに対応し、製品を提供するネットワーク効果が生じることにより、新市場創造が促進するというメカニズムが存在するものと考えられる。

本研究は、従来からの破壊的イノベーションのような定石的な戦略パターンの他にも、業界によって新たな戦略パターンが存在する可能性を示唆する重要な知見であるとも言える。

キーワード：持続的ラディカルイノベーション、戦略導線、GPU、リードユーザー、本能的行動

(投稿日 2023年12月10日)

文教大学経営学部

〒121-8577 東京都足立区花畑5-6-1

TEL : 03-5688-8577 FAX : 03-5856-6009

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>

持続的ラディカルイノベーションによる市場創造のメカニズム

—半導体産業におけるGPUの汎用化を事例として—

田 中 克 昌*

小 具 龍 史**

1. はじめに

デジタル化があらゆる市場に浸透している。企業経営でも製造業を中心に半導体の重要性は日々増しており、その需給バランスの変動は、企業の業績に大きな影響を与えている。

かつて半導体は、PC市場を中心にCPU (Central Processing Unit、中央演算装置) やメモリ等の用途が大半を占めていた。しかし2010年代以降は、スマートフォンやゲーム機に加え、(自動運転含む) 自動車、AI (Artificial Intelligence、人工知能)、スーパーコンピュータ、大規模データセンタ (datacenter) 等の高性能領域において大量に使用されるようになった。その際、半導体市場の進化の中心的な役割を担うことになった存在が、GPU (Graphics Processing Unit) である。

GPUは当初、ゲーム機のグラフィック性能向上のために開発されたが、その計算能力の高さから、AIやデータセンタ領域で活用されるようになり、GPU自体の活用領域の汎用化を実現するとともに、CPUとチップ上で一体化し、CPU性能の加速装置となるAPU (Accelerated

Processing Unit) 及びアクセラレーテッド・コンピューティング (Accelerated Computing) を実現することで、前述の高性能領域への活用が実現した。

こうした背景を踏まえ、本研究は、半導体市場の中でも、とりわけゲーム市場のグラフィック用途で活用されるとともに、ハイエンド性能を向上し続け、新たな高性能領域に活用されるGPU市場に着目する。

その上で、本研究の目的は、GPU製品の用途がグラフィック以外へと拡大した2010年から2022年までの10年間を対象に、当該製品を取り扱う半導体メーカーであるNVIDIA及びAMDの戦略導線を綿密に把握するとともに、GPU製品の性能比較を行うことで、半導体産業において、GPUの汎用化がもたらしたイノベーションのメカニズムを考察することとする。

2. 先行研究レビュー

まず、イノベーション (innovation) に関する先行研究について概観する。Schumpeter (1939) はイノベーションについて、要素を新しいやり方で結合するまたは新結合 (new combinations) の遂行がイノベーションであるとした。

一方、Christensen (1997) は技術について、組織が労働力、資本、原材料、情報を価値の高い製品やサービスに変えるプロセスと定義した上

* 文教大学経営学部

✉ k.tanaka@bunkyo.ac.jp

** 二松学舎大学国際政治経済学部

✉ t-ogu@nishogakusha-u.ac.jp

で、この「技術」を変えることがイノベーションであるとした。つまり、イノベーションとは Schumpeter (1939) の「新結合」や Christensen (1997) の「技術」が示すように、多様な要素を掛け合わせ新たな要素を生み出すプロセスであり、その結果であると考えられる。

また、Schumpeter (1950) は、創造的破壊 (creative destruction) において、経済的・社会的成功に帰結するあらゆる改革行為としており、イノベーションと認識されるためには、経済的・社会的変革がもたらされる必要があるとした。

そこで、本研究では、イノベーションに対して、多様で幅広い範囲における変革を射程とするとともに、技術及び製品創出や事業創造にとどまらず、経済及び社会に普及し、影響をもたらす水準での変革を求めることとする。

なお、Christensen (1997) はイノベーションを持続的イノベーション (sustaining innovation) と破壊的イノベーション (disruptive innovation) に種別し、破壊的イノベーションが2つの方法で、持続的イノベーションを展開する先行企業の戦略を覆すとした。

1つ目は、ローエンド型破壊である。安価かつ低性能の製品が、安価のまま性能を高め続け、持続的イノベーションが提供する性能に追いつくと、価格の競争優位性を活かして、破壊的イノベーションが逆転するという変革の様を表す。特にローエンド型破壊においては、持続的イノベーションがもたらす製品の過剰性能が、破壊的イノベーションに逆転を許す要因となるとしている。

2つ目は、新市場型破壊であり、これまで顧客と見なされていなかった顧客層 (無消費層) を取り込むため、川上の供給者から川下の顧客で

成るバリューネットワーク (value network) において、破壊的イノベーションを活かした既存とは異なる新たなバリューネットワークによる「無消費の消費」を開拓し、創造するという変革の様を表す。新市場型破壊においても、持続的イノベーションを継続する製品が既存のバリューネットワークから離れられないことが、破壊的イノベーションに逆転を許す原因としてあげられている。

破壊的イノベーションの三次元モデルの通り、性能と時間の二軸に加えて、新しい顧客や消費が行われる新しい環境を表す第三軸が、ローエンド型と新市場型を両極とする連続体であることから、破壊的イノベーションのアプローチは、これらのハイブリッド (混成) であることが多い (Christensen & Raynor, 2003)。通常は、これに沿った形で顧客を主流市場から引きずり出し、新市場を生み出すという破壊が行われるはずである。

しかしながら半導体産業は、持続的イノベーションにおける「過剰性能」を常に追い求めることで、成長を継続している。その一つの誘因としては、Intelの創業者であるゴードン・ムーア (Gordon E. Moore) の「ムーアの法則 (Moore's law)」があり、半導体の集積率が2倍になる¹⁾ 期間が示されることで、半導体産業は長きにわたり「ムーアの法則」を意識しながら進化を継続してきたという経緯がある。

半導体の進化の過程においては、安価な半導体の破壊的イノベーションによって置き換わることもなく、常により微細な半導体の設計を追求し、莫大な資金を要する半導体工場やラインの増設投資を継続することで、持続的イノベーションによる過剰性能の追求を継続してきた。

本研究で着目するGPUは、主にNVIDIAや

AMDが任天堂やSony (PlayStationシリーズ)、Microsoft (Xboxシリーズ) といったゲーム機のグラフィック機能として活用することを目的に開発される形で誕生した。

しかし2010年以降、GPUは持続的イノベーションでありながら、急進的な開発スピードで過剰性能を追求することにより、その市場が拡大した。さらに2022年までにスマートフォン市場、自動車(自動運転含む)市場、機械学習やディープラーニング等のAI市場、スーパーコンピュータ市場、大規模データセンタ市場という高性能領域の市場を中心に活用が拡がり、グラフィック性能を追求するゲーム市場以外の市場へと汎用化を果たした。

このGPUの進化は、持続的イノベーションと急進的なイノベーション、すなわち、ラディカルイノベーション (radical innovation) とが組み合わせられており、双方の融合による産物であることが考えられる。特に急進的なイノベーションの持つ特性を鑑みれば、従来にない全く新しい革新的なイノベーションとなる。

なお、GPUが進化を遂げたプロセスにおいては、特にユーザーの消費者行動に基づくイノベーションが、その進化と密接に関係していることが考えられる。このため、持続的イノベーションやラディカルイノベーションの概念のみならず、ユーザーによるイノベーション、つまり「ユーザーイノベーション (user innovation)」に関する諸研究についてもレビューしておく必要がある。

1970年代後半、エリック・フォン・ヒッペル (Von Hippel, E.) によって、企業以外のサプライヤーやユーザー等がイノベーションを起こしていることが実証され、いわゆるユーザーイノベーションが存在することが明らかになった

(von Hippel, 1976; 一小路, 2006; 中村, 2012; 西川, 2017)。以降のユーザーイノベーションに関する研究の潮流としては、主として産業や主体の拡張であり、消費財や生産財の双方において、イノベーションが行われる事例が明らかにされている (von Hippel, 1976; Luthje, 2004; 一小路, 2006)。

大沼 (2014) は、ユーザーイノベーション研究には3つの系譜があると整理している。一つ目の分類は「ユーザーによる知識創造」であり、主にユーザーのモチベーションや個人属性、コミュニティの機能等のユーザーによる知識創造活動やその成果に関する変数間関係を取り扱った研究群である。この中には、特に von Hippel (1986; 1988) により、ユーザーの中でも「市場で今後一般的になるであろうと考えられるニーズに直面しており、それらのニーズを解決することによって、多大な利益が得られる特徴を持つユーザー」と定義されるリードユーザーに関する議論を扱う研究もこの群に分類される。

二つ目は、「企業とユーザーの競業を通じた知識創造プロセス」であり、主に協業のプロセスや成果、ツールキットの効果等の企業とユーザーの協業を通じた知識創造を取り扱う群である。そして三つ目は、「ユーザーイノベーションプロセス」であり、主として企業内や技術進化のプロセス等のユーザーイノベーションが行われる一連のプロセスに焦点を当てた内容を取り扱う研究群である (大沼, 2014)。今回のGPU市場における現象では、特にラディカルイノベーションは、ユーザーのモチベーションを基に進化した結果としてのイノベーションとも解釈できるため、すべての研究群に属しているとも言える。

先の持続的イノベーションやラディカルイノ

バージョン、そしてユーザーイノベーションに関する研究は、これまでに一定数蓄積されてきた。特に、持続的イノベーションやラディカルイノベーションは、主に企業側の観点による研究が多く成されている。しかしながら、今回のGPU市場創造のケースに見られるような、ユーザーの消費者行動の影響も含んだ研究、つまり持続的イノベーションやラディカルイノベーションとユーザーイノベーションとの相互作用やその関係性について取り扱われている研究はほとんど見られない。

以上、イノベーション（持続的イノベーションおよびラディカルイノベーション）、そしてこれらと密接に関係するユーザーイノベーションに関する先行研究について概観してきた。イノベーションに関する先行研究では、特に破壊的イノベーションに多く注目が集まり、その研究は充実しているものの、持続的イノベーションについては、自動車業界におけるカイゼン活動等の現場改善活動に関する研究が中心（e.g. 岩尾, 2019）となっている。このため、上記の持続的イノベーションとラディカルイノベーションを融合した視点（持続的ラディカルイノベーション）やこれがもたらす新市場の創造については、十分な議論がなされているとは言えない状況である。

そこで本研究では、持続的イノベーションおよびラディカルイノベーションの融合を果たしたイノベーションを「持続的ラディカルイノベーション（sustaining radical innovation）」と称することとする。

上記より、本研究のリサーチクエスション（以下、RQ）は以下と設定する。

RQ：持続的ラディカルイノベーションは、企業のどのような戦略によってもたらされ、新市場

はどのようなプロセスで創造されるのか？

3. 研究対象と方法

本研究では、前述のRQについて考察するため、持続的ラディカルイノベーションの実態に関する調査を行う必要がある。そのためには、広くアンケートを取るという手法ではなく、実際に持続的ラディカルイノベーションを実践している企業の戦略やプロセスを確認する必要があるため、事例研究の手法を採用する。

Eisenhardt (1989) は、事例研究とその対象企業について、業界を代表するような企業ないしは特に先端的な取り組みを行っている企業にすべきであるとしている。そこで、本研究の事例対象企業は、NVIDIA 及び AMD という半導体産業界を代表しかつ最先端の取り組みを行っている企業がふさわしいと考え、これを選択することとする。また、本研究が着目するGPUは、半導体の中でも特に先端的な製品であることから、事例研究の対象としても適していると考えられる。

調査方法に関しては、まず2010年度から2022年度におけるNVIDIA 及び AMD 年次報告書（Form 10-K）を中心に、GPUがNVIDIA によって発明されたとされる1999年以降に、各社が発表した資料をもとに各社の戦略導線を把握する。その後、同期間のGPU製品の性能テスト（performance test）であるGPUコンピューティングベンチマークチャート（GPU computing benchmark chart）のデータを両社の戦略導線と重ね合わせることで考察を行う。

対象期間としては、2010年度から2022年度の期間を選択する。選択理由としては、当該期間にGPUの汎用化と市場創造が著しく進展しているためである。

特に2010年度は、NVIDIAとAMDが、Intelに対して優位な立場でGPU領域におけるクロスライセンス契約を結んでいる。未解決の法的紛争をすべて解決することに相互に合意することで、複数年にわたり、Intelが両社に一方的に保証金を支払うことになった。この契約後、NVIDIAとAMDによるGPUの汎用化が加速したという背景から、本研究では2010年度を起点としている。

4. 事例研究と考察

4-1. NVIDIAの概要とGPU事業の戦略導線

NVIDIAは1993年4月、米国カリフォルニア州で設立後、1998年4月に同デラウェア州で再法人化され、カリフォルニア州サンタクララに本社を置く企業である（表1）。

NVIDIAは、同社が1999年にGPUを発明したと主張している。2010年度、NVIDIA側が有利なクロスライセンス契約及び未解決の法的紛争をすべて解決する目的でIntelと相互に合意することで、同社から2011年度以降6年間、5,700

万ドル（約80億円）を受領している（NVIDIA, 2010）。

同社のGPU事業は、ゲーム市場から拡大した。2010年代には、大型商談として2016年度、ニンテンドー・スイッチ（Nintendo Switch）向けの商談を獲得し、収益拡大を実現した（NVIDIA, 2016）。

また、2017年に公開された「Fortnite（フォートナイト）」というオンラインゲームが、2018年度に一気にユーザーを獲得し、直接的にGPU製品の需要拡大につながった（NVIDIA, 2018）。フォートナイトは、バトルロイヤル型のサードパーソン・シューティングゲーム（Third-person shooter）であり、複数の個人ないしはチームが同時参加して倒し合い、ユーザーは最後の1人ないしは1チームになるまで（ゲーム内で）生き残ることを目指す。そのため、ユーザーが映像の鮮明さや反応の速さなどの性能を追求した結果、NVIDIAのハイエンド領域のGPU製品へと到達し、需要が急拡大した。なお、2010年度以前には、ゲーム以外のGPU市場として、その計算処理能力の高さから、既にスーパーコンピュータ市場が見出されていたということも付記

表1：NVIDIAの概要（2022年度時点）

企業名	NVIDIA Corporation
代表者、役職	Jen-Hsun Huang（黄仁勳、ジェンスン・フアン）、社長兼最高経営責任者（CEO）
本社所在地	米国カリフォルニア州サンタクララ
売上高（2022年度）	270億米ドル（約3兆7,800億円）
売上高 年平均成長率 （2010年度－2022年度）	18.4% （2010年度 売上高：35億米ドル）
事業領域	GPU等、半導体製品の企画・開発・マーケティング・販売
製造パートナー	TSMC（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company）、NVIDIA自身はファブレス企業
従業員数（2023年1月時点）	26,196人（世界35か国に展開）（2011月年1月末時点の従業員数：4,161人）

出所：NVIDIAの年次報告書2010年度から2022年度をもとに筆者作成

する。

一方、2010年度以降、NVIDIAはGPU事業において（従来のゲーム市場以外の）3本の戦略導線で描かれる新市場領域に取り組み続け、GPU製品の汎用化を実現した。

NVIDIAにおける1本目の戦略導線は、データセンタ市場に注力する戦略へと続いている。まず、2012年度、クラウドコンピューティング（cloud computing）市場への注力を発表し（NVIDIA, 2012）、2015年度にはデータセンタ市場を注力領域に追加した（NVIDIA, 2015）。そして2022年度の段階では、全売上高に占めるデータセンタ市場向けの売上高（約150億米ドル）が最も高くなっており（NVIDIA, 2022）、戦略導線としては、最も成功及び成長した市場であることが分かる。

2本目の戦略導線は、自動運転車（autonomous vehicles）市場に注力する戦略へと続いている。2013年度、NVIDIAは自動車市場を注力領域に加え、2017年度には、自動運転車市場に注力すると宣言した。ただし、2022年度時点でも注力市場ではあるが、現実的に自動運転車は普及しておらず、全売上高に占める割合も小さい市場に留まっている（NVIDIA, 2013, 2017, 2022）。

そして3本目の戦略導線は、AI（Artificial Intelligence）市場に注力する戦略へと続いている。2014年度には、深層学習（deep learning）市場を注力領域に加え、2015年には仮想現実（virtual reality, VR）市場を追加し、2016年にはAI市場を注力領域に加え、AI事業を強化し続けた。2022年度も、NVIDIAはAI市場で生成AI市場の大規模言語モデル（Large Language Models, LLM）への注力を続け、GPU事業の中核に位置付けている（NVIDIA, 2014, 2015, 2016, 2022）。

ただし、NVIDIAにとってAI市場は、単独で存在する市場ではない。たとえば、データセンタ市場における中核サービスには、AIクラウドサービスの提供があり、自動運転車市場においては、AIコックピットを提供している。このように、NVIDIAのAI市場への取り組みは、単独で存在する戦略導線ではなく、データセンタ市場と自動運転車市場における共通プラットフォームとして、前出の2本の戦略導線を支える役割を担っている。

2020年度になると、NVIDIAは、AI市場におけるさらなる拡大をArm社のM&A（ソフトバンクグループからの買収）によって果たそうとした。その際、NVIDIA（2020）は、「NVIDIAのAIコンピューティングプラットフォームとArmの広大なエコシステムが融合し、人工知能時代の最高のコンピューティングカンパニーが誕生し、イノベーションを加速させ、大規模で高成長の市場に拡大する（NVIDIA's leading AI computing platform with Arm's vast ecosystem to create the premier computing company for the age of artificial intelligence, accelerating innovation while expanding into large, high-growth markets）」と宣言している（p.5）。しかし、翌2021年度には、「規則上の重大な課題が取引の完了を妨げた（The parties agreed to terminate because of significant regulatory challenges preventing the completion of the transaction）」という理由からArm社の買収計画は消滅し、AI市場の戦略導線は、NVIDIAが自ら描き直すことになった（NVIDIA, 2021, p.5）。

ただし、NVIDIAには4本目の戦略導線が存在した。それは、ブロックチェーン（blockchain）による暗号通貨マイニング（cryptocurrency

mining) 市場における戦略導線である。2017年度、当該の用途によりGPU製品の需要が突然高まり、売上高前年比40%増に貢献した。また同年度には、暗号通貨専用のGPU (cryptocurrency-specific GPUs) を市場に投入している。

これは、NVIDIAが意図した戦略ではなかった。2017年頃に本格的に立ち上がった暗号通貨市場で、マイニングによって他者に先駆けて収益を得ようとするリードユーザーが、計算処理能力の高いGPUに着目し、突然、ハイエンド領域のGPU製品を買い漁るといふ購買行動に出たのである。これにより従来のゲーム市場のユーザーらは、GPU製品の入手困難に陥った。NVIDIAはやむを得ず、暗号通貨専用のGPU製品を立ち上げ、マイニング目的のリードユーザーをマイニング専用GPUに誘導することとなった。

この際、NVIDIAは訴訟トラブルにも巻き込まれた。2018年度、暗号通貨マイニングの目的でGPUを購入したユーザーが原告となり、集団訴訟を起こしている。その内容は、同社の役員が、GPUのチャネル在庫と需要に対する暗号通貨マイニングの影響に関して、重大な虚偽や誤解を招く発言を行い、SEC規則に違反したという内容である²⁾。この訴訟からもNVIDIAが、突如として出現した暗号通貨マイニング市場のリードユーザーの行動に翻弄されていることがわかる。

また、暗号通貨マイニング市場のGPU需要は、他の3本の戦略導線とも異なる動きをしている。リニアに拡大することなく、2017年度と2018年度にピーク(約3億米ドル)を迎えた後、一旦GPU需要が消滅する。その後、2021年度に再びGPU需要(約5.5億米ドル)がピークを

迎えるが、2022年度には再びGPU需要は消滅してしまう。このように暗号通貨マイニング市場は、需要の面でも安定せず、NVIDIAを振り回すことになった(以上、NVIDIA, 2017, 2018, 2021, 2022)。

つまり、2010年度から2022年度、NVIDIAのGPU事業(ゲーム市場及びスーパーコンピュータ市場以外)において、同社の戦略的な意図通りに主力事業へと成長したデータセンタ市場の戦略導線は、十分に検討された「意図した(計画的)戦略」と言える。自動運転車市場は道半ばの戦略導線であるが、この2つの戦略をプラットフォームとして支えるAI市場の戦略導線を創出し、成長軌道に乗せることでGPU製品の汎用化を実現させた。

一方「創発的戦略」、つまり意図した戦略を推進する中で不意に生じた暗号通貨マイニング市場への対応は、予期していなかった「意図せざる(創発的)戦略」と言える。NVIDIAにとって、訴訟や不安定な需要に悩まされた末に生み出された戦略導線となった(Mintzberg, H., et al., 1998)。

4-2. AMDの概要とGPU事業の戦略導線

AMDは1969年5月に米国デラウェア州で設立され、1972年に株式公開企業となった。NVIDIAと同様に、本社をカリフォルニア州サンタクララに置く企業である(表2)。

2010年度前後、IntelとSamsungに対して自社に有利なクロスライセンス契約の締結に成功した。2009年11月、まずIntelと包括的な和解契約を締結し、12.5億米ドルの支払いを受け利益として計上した。また、2010年12月にはSamsungとも和解契約を締結し、2.8億米ドルの和解金を

表2：AMDの概要（2022年度時点）

企業名	ADVANCED MICRO DEVICES, INC. (AMD)
代表者、役職	Lisa T. Su（蘇姿丰、リサ・T・スー）、社長兼最高経営責任者（CEO）、取締役
本社所在地	米国カリフォルニア州サンタクララ
売上高（2022年度）	236億米ドル（約3兆3千億円）
売上高年平均成長率 （2010年度－2022年度）	11.4% （2010年度 売上高：65億米ドル）
事業領域	GPU・CPU等、半導体製品の企画・開発・マーケティング・販売
製造パートナー	GF（GLOBAL FOUNDRIES）、TSMC ※AMD自身はファブレス企業であり、半導体製造はTSMCを中心に外部委託している。
従業員数（2023年1月時点）	約25,000人（2010年月12月末時点の従業員数：約11,100人）

出所：AMDの年次報告書（Form10-k）2010年度から2022年度をもとに筆者作成

受領している（AMD, 2011）。

AMDもファブレス企業であるが、半導体ウェハの確保のため、2009年度にAMD専属の半導体ウェハ製造企業であるGFを設立した。ただし、2022年時点において、AMDはGFの生産技術の限界のため、12～14nm（ナノメートル）の半導体ウェハ供給契約を結んでいるが、7nm以下の製品の製造はTSMCに委託しており、NVIDIAと同様、主力製品の製造はTSMCに依存する状態にある（AMD, 2011, 2022）。

AMDのGPUに関する戦略導線は、NVIDIAほど明確ではない。AMDは2010年代前半まで、PC市場を主戦場と捉え、主力製品をCPUあるいはCPUとGPUを融合したAPUであると認識していた。このため、スマートフォン台頭によるPC市場の縮小とCPU需要の減退により、同時期に業績が急激に悪化した。

AMDは2011年度に着任したローリー・P・リード（RORY P. READ）が社長兼CEOとして、2011年度から2015年度³⁾までの長期にわたり人員削減を伴うリストラクチャリング（restructuring）を断行した。売上高は2010年度65億米ドルから2015年度40億米ドルまで減少し、2010年度に約11,100人いた従業員数は、

2016年度には約8,200人まで削減された（AMD, 2011～2016）。

この時期（2010年度～2015年度）のAMDを支えたのは、ゲーム機向けのGPU製品であった。2012年度に任天堂のWii U、2013年度にはSonyのPlayStation 4とXbox Oneが、縮小傾向にある同社の事業規模を支えた（AMD, 2012, 2013）。

そして、以前より推し進めていたリストラが一段落した2017年度、AMDはデータセンタ市場に注力することを発表した。NVIDIAが2012年にクラウド、2015年にデータセンタ市場への注力を掲げた戦略導線と比較すると、AMDのデータセンタ市場における戦略導線の起点は遅れている。NVIDIAが先導した戦略導線の成果が、AMDのGPU製品にも需要を還元したことに伴い、同社の戦略導線が発生したとも考えられる。この後、2019年度には、Google及びMicrosoft Azureからデータセンタ向けにGPUの大型商談を獲得し、データセンタ向けのGPU事業は拡大を続けている（AMD, 2017, 2019）。

なお、AMDは、ディープラーニングやAI市場については、GPU領域でそれぞれ2015年度と2017年度に言及し、何れもNVIDIAの1年遅れでの戦略導線の起点となっているため、NVIDIA

の動向を意識しての戦略的対応であると考えられる。またNVIDIAと同様、AMDにとってのAI市場は独立した市場ではなく、データセンタ市場等における共通プラットフォームとして、他の戦略導線を支えている(AMD, 2015, 2017)。

一方、NVIDIAと同様にデータセンタ事業と同期して、2017年度と2018年度に、AMDにも暗号通貨マイニングの特需が訪れた。AMDも同社起点の戦略導線ではなく、暗号通貨マイニングのリードユーザーがGPU需要を創出し、暗号通貨マイニング市場が立ち上がった。データセンタ市場と暗号通貨マイニング市場におけるGPU事業の伸長が重なった結果、AMDの業績は2017年度に黒字転換し、2018年度には大幅な伸長を記録した。NVIDIA同様に、これらはすべて意図した戦略ではなく、予期せぬ戦略であったと考えられる(AMD, 2017, 2018)。

さらに2020年度、Xilinx(ザイリックス)の買収によるエンベデッド(組込み半導体)事業の獲得と、Sony(PlayStation5)およびMicrosoft(Xbox Series X・Xbox Series S)が、11月にAMDのGPU製品を搭載した新型ゲーム機を発売したことで、売上高が前年比48%増加した。2021年度にはさらに売上高が前年比68%増加する等、Covid-19禍において大幅に業績が伸長し、2022年度までには、Xilinxの買収効果(エンベデッド事業は3年間で売上高464.2%の伸長)と、データセンタ事業(3年で売上高89.4%の伸長)、ゲーム事業(3年で売上高57.4%の伸長)により、一気に売上高の規模において、NVIDIAの水準まで到達した(NVIDIA, 2020-2022)。

つまり、AMDのGPU事業における戦略導線は、2015年度までリストラを断行し、2016年度までは明確ではなかったが、2017年度以降、M&A(Xilinx)によりエンベデッド市場を手中

にして、同市場での戦略導線を創出した。

従来からの戦略導線であるゲーム市場では、2020年のSonyとMicrosoft(PlayStation5、Xbox Series X・S)の商談獲得により、事業の成長を実現した。データセンタ市場もGoogleやMicrosoft Azureからの大型商談を獲得し、新旧で3本の戦略導線を描き、GPU製品の汎用化を実現したと考えられる。

また、NVIDIAと同様、2017年度から2018年度にかけて、暗号通貨マイニング市場のリードユーザー主導によるハイエンド領域のGPU製品の買い占めにより、意図せぬ戦略導線が生まれた。ただし、NVIDIAが再び2021年度に襲われた暗号通貨マイニング市場の特需については、GPUのハイエンド性能において、NVIDIAがAMDを大きく上回ったこともあり、AMDには大きな影響はなかった。

4-3. 戦略導線とGPU製品の性能比較データを重ね合わせた考察

NVIDIA及びAMDのGPU事業における戦略導線を受けて、本研究のRQ(持続的ラディカルイノベーションは、企業のどのような戦略によってもたらされ、新市場はどのようなプロセスで創出されるのか?)について探索的に考察する。

考察にあたっては、前章のNVIDIA及びAMDの戦略導線と、2011年から2022年までのGPU製品の性能比較(NVIDIA対AMD対Intel)を重ね合わせる。

GPU製品の性能比較においては、Pass mark社のGPU製品の性能テストをもとにGPUコンピューティングベンチマークチャートを活用する(図1)。

GPUコンピューティングベンチマークチャートによると、ハイエンド領域のGPU製品の性

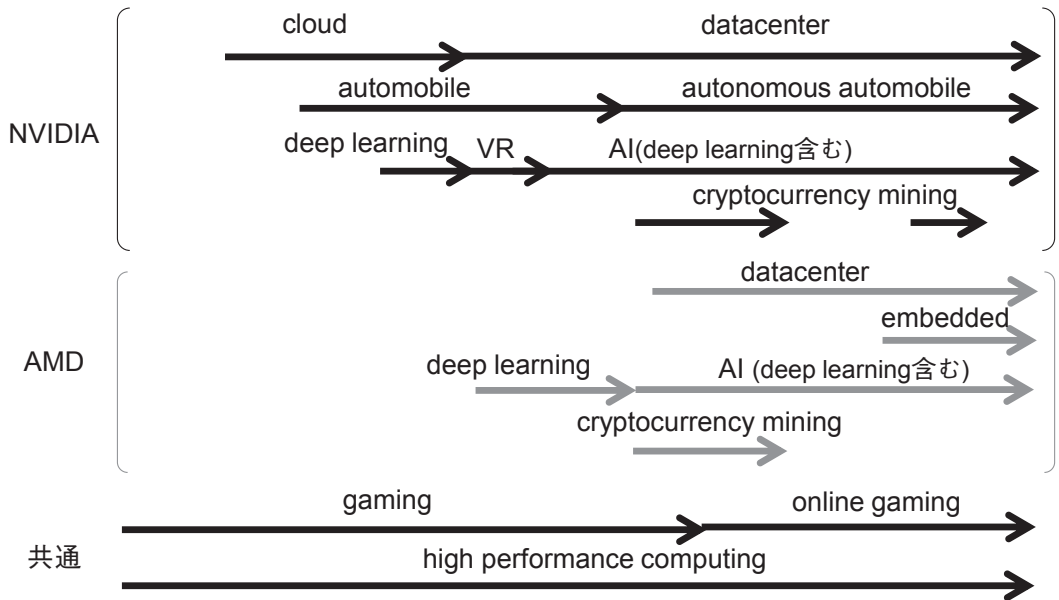
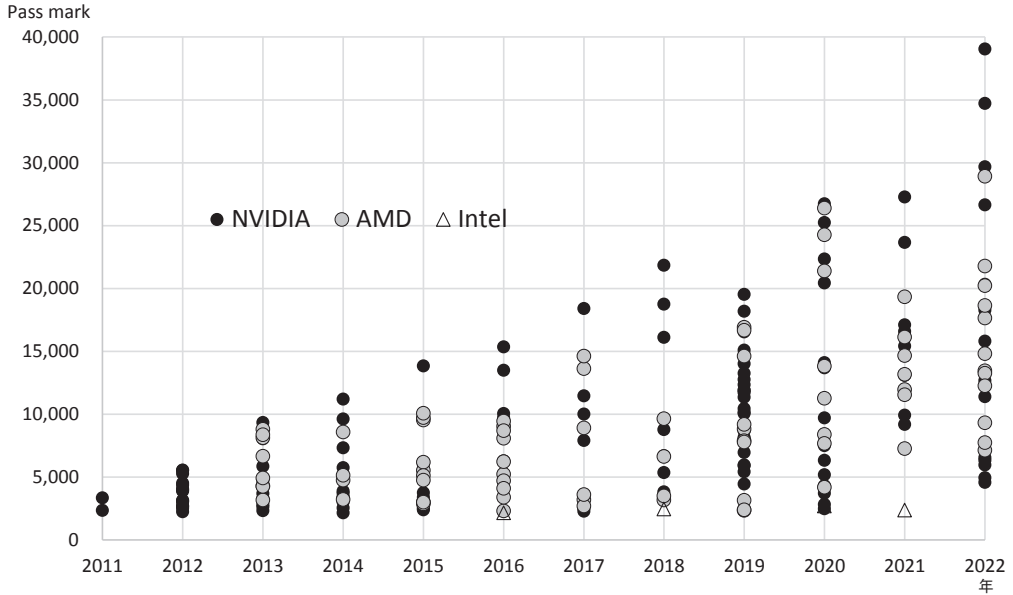


図1：GPUのハイエンド性能の進展

出所：各社の戦略導線とPass markのGPU製品の性能テストにもとづき筆者作成

能テストでは2011年から2022年まで一貫して、NVIDIAがハイエンド領域で最高性能の新製品を市場に投入し続けていることが確認できた。

NVIDIAは、2012年度から常に新市場（データセンタ市場、自動運転車市場、AI市場）へ

の拡大意向を掲げると同時に、GPU製品のハイエンド領域の性能も向上させ続けており、この取り組みはNVIDIAの戦略導線に同期したGPU製品の持続的ラディカルイノベーションであると考えられる。

また、NVIDIAの「ハイエンド領域で最高性能」というGPU製品の特徴が、暗号通貨マイニング市場におけるリードユーザーのニーズと合致し、2017年度から2018年度及び2021年度の特需につながったとも考えられる。

一方、AMDは2010年代の初め頃には、CPUを主力製品とみなしており、業績悪化のためリストラに集中していた時期でもあった。そのため、GPU製品については従来のゲーム市場を中心に投入していた。同社は2013年度からハイエンド領域にGPU製品の投入を始めたが、戦略導線上は目立った新市場への進出を発表しておらず、2013年度から2016年度はハイエンド領域の性能が横ばいで推移している。

その後、データセンタ市場やAI市場における実需の発生から、AMDにおけるハイエンド領域の性能が増加し続けた。しかし、ハイエンド領域の性能では、戦略導線で先行するNVIDIAが上回り続けた。2019年から2020年にかけて、AMDはNVIDIAと並ぶハイエンド性能の製品を投入したが、2021年から2022年には、再び、NVIDIAが圧倒的な性能のGPU製品を市場に投入することで、AMDに対して再度、GPU製品のハイエンド性能で大差をつけた。

なお、2016年から2021年にかけて、Intelが断続的にGPU製品を投入している。NVIDIAとAMDとともに、競合リスクとして、Intelが従来からの強みであるCPUとGPUの融合製品の投入により、GPU関連市場で大きな脅威となるという懸念を2010年度以降、一貫して表明し続けた。しかし、かつてはCPU市場を席卷したIntelだが、GPUのハイエンド領域ではNVIDIAとAMDの後塵を拝している。

IntelがGPU領域において凋落した要因について、湯之上（2023）は、同社の5代目のCEO

であるポール・オッテリーニ（Paul Otellini）が、2005年から2009年にかけて、経営の効率化や合理化を目標に掲げて大規模なリストラを実施し2万人を削減するとともに、研究開発費を削減したこと起因すると指摘している。これにより、最先端の技術開発を行う人員や予算が十分に確保できず、Intelは半導体の微細化（高性能化）に立ち遅れたとしている。

こうした背景から、IntelのGPU領域への進出が遅れ、2010年度前後において、NVIDIAとAMDの両社は既にGPU開発に先行していたことから、同社に対して有利な条件でGPU技術のクロスライセンス契約を締結することになった。つまり、IntelがGPU製品の開発力で先行する両社に遠く及ばない状況に陥ったために生じた事象であると考えられる。

以上のNVIDIAとAMDの戦略導線とGPU製品のハイエンド性能の推移を重ね合わせた考察から、NVIDIAが中心となり、GPUの新市場を創造する戦略導線を推進し、投資を継続的に行うことでGPU製品のハイエンド領域の性能を成長させるという持続的ラディカルイノベーションを実現させていたことが明らかになった。

ただし、結果的には、NVIDIAの想定通りに創造される市場もあったが、創造されない市場もあった。たとえば、持続的ラディカルイノベーションを継続することで、想定通りに創出できた市場としては、データセンタ市場やその基盤となるAI市場がある。当該市場では、新市場の創造後、NVIDIA及びAMDの業績伸長とともに、半導体業界全体の成長を牽引し、経済的にも社会的にも大きな変革をもたらすイノベーションを実現するプロセスへと進展した。

さらに、この事例が示唆する特徴的な動向として興味深いのは、こうした市場創造と消費者

行動が密接に呼応し、持続的ラディカルイノベーションが、リードユーザーにも変化をもたらしているという点である。仮想空間のバトルロワイアル環境において、プレーヤーとして生き残りをかけた戦いに挑むオンラインゲーム市場のリードユーザーや、他人を押しつけて、少しでも多くの収益の獲得を狙う暗号通貨マイニング市場のリードユーザーは、独自のニーズの解決策を探る中で、持続的ラディカルイノベーションを継続する NVIDIA のハイエンド領域の GPU 製品に解決策を見出した。

こうしたリードユーザーの行動は、実に本能的であると言える。そのため、これまでのリードユーザー主導のユーザーイノベーションに関する先行研究のように、多くのユーザーに利益を還元するための先行行動ではないという点が特徴的である。極めて個人的な理由に基づく、

いわば利己的なイノベーター行動が、持続的ラディカルイノベーションを推し進めているものと考えられる。

本研究では、こうした本能的な行動により集結したリードユーザーが、ハイエンド領域の GPU 製品にたどり着くことでネットワーク効果をもたらし、結果的に、意図しない戦略においても、暗号通貨マイニング市場という新市場の創造に至るというプロセスも明らかにした。

5. 結論と課題

本研究の結論は以下の通りである。従来、イノベーションにより新市場創造を検討する際は、破壊的イノベーションに焦点が当てられることが多かった。しかしながら本研究では、半導体産業における新市場創造のプロセスにおいて、

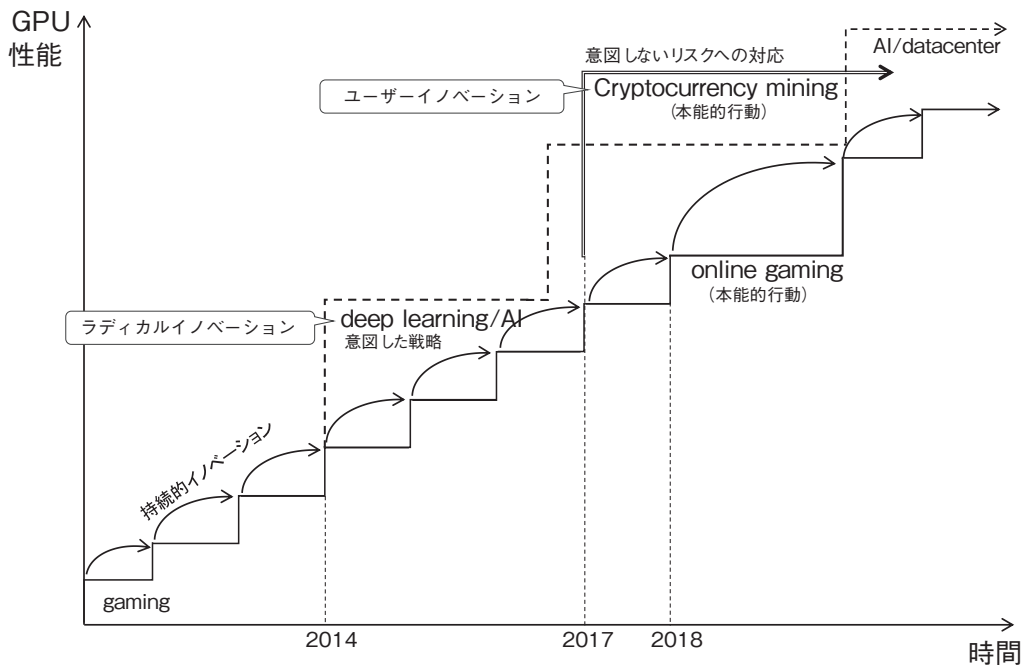


図 2：GPU における企業と消費者の交互作用による新市場創造のメカニズム
出所：各社の戦略導線と Pass mark の GPU 製品性能テスト結果に基づき筆者作成

技術が短期間で高度に進展することにより用途開発が行われるというこれまでほとんど議論がなされたことがない、持続的イノベーションとラディカルイノベーションが同時発生する新市場創造のパターン（持続的ラディカルイノベーション）が存在するという事実を明らかにした。

この市場創造のパターンは、半導体産業の主要プレーヤー（NVIDIA、AMD等）における企業側の側面だけでは成立しない。市場における戦略導線と消費者行動が相互に呼应し合うことにより、市場創造が加速すると考えられる。いわば、企業と消費者の交互作用による新市場創造のメカニズムとでも言うべき構造である（図2）。

半導体産業における持続的イノベーションの延長線上に位置する意図した戦略導線としては、2014年から急速に進展したラディカルイノベーション（ディープラーニングやAI等の用途）や意図しないリスクへの対応として、2017年に突如発生したユーザーイノベーション（暗号通貨マイニング等の用途）、現在も急速な拡大を遂げているデータセンタ市場へとつながるイノベーションがあった。いずれも従来のゲーミング用途を追求するために開発されたGPU製品よりも、高性能な製品が開発されているという特徴があった。

また、2017年に発生した暗号通貨のマイニング市場や2018年に生じたオンラインゲーム市場に向けたGPU製品の品質向上については、本能的行動が起点となっていることも注目すべき点である。暗号通貨マイニングでは、新たなブロック生成に成功すれば多額の報酬を得ることができる。またオンラインゲームは、前述の通り、仮想的なサバイバルゲームの戦場で生き残らなければならない。どちらも自分だけ多くの報酬（金銭）が欲しい、あるいは、自分だけ最後まで

生き残りたいといった利己的かつ本能的な行動であり、いずれも性質の異なる本能的な欲求が、その行動源泉となっているのである。

これまで、製品開発と市場創造との関係性については、前掲のChristensen（1997）により、持続的イノベーションによる過剰な製品性能の向上は、破壊的イノベーションにより逆転を許す要因となることが定石とされてきた。しかしながら半導体産業では、持続的イノベーションによる製品性能の向上は、ラディカルイノベーションによる急進的な製品性能の向上を促していた。

また同時に、この過程で生じるリードユーザーの本能的行動は、他の用途へのユーザーイノベーションを引き起こし、新たな市場創造をもたらす。つまり、持続的イノベーションとラディカルイノベーションが融合する「持続的ラディカルイノベーション」とリードユーザーによる本能的行動との交互作用により、価値共創が行われているのである。そしてユーザーのニーズに対応し、製品を提供するネットワーク効果が生じることで、新市場創造が促進するというメカニズムが存在するものと考えられる。

上記は、従来からの破壊的イノベーションのような定石的な戦略パターンの他にも、業界によって新たな戦略パターンが存在する可能性を示唆する重要な知見であるといえよう。

なお、本研究には限界が存在する。今回得られたインプリケーションは、あくまでも半導体産業におけるケースであるため、この新市場創造のメカニズムが広く一般化されるためには、当該産業以外の他産業についても十分な検証がなされる必要がある。また今回、このメカニズムが成立する重要な要因として、利己的なイノベーター行動（本能的行動）を取るリードユーザー

ザーの存在が明らかになった。彼らの特徴についても、より詳細な分析が行われる必要があるが、これらの課題については今後の研究課題と致したい。

注

- 1) ムーアは1965年に「今後10年は毎年2倍のペースで素子数が増加するであろう」と予測し、10年後の1975年には「2年で2倍」と修正した。この発言を受けて、当時のインテル社幹部デービッド・ハウス (David House) は「これによりコンピュータの性能は18ヶ月で2倍になるだろう」と予測した。
- 2) 2018年12月21日、カリフォルニア州北部地区連邦地方裁判所に、Iron Workers Joint Funds v. Nvidia Corporation, et al. (Case No. 18-cv-7669) と題して、NVIDIAおよびNVIDIAの特定の役員を被告とする証券に関する集団訴訟が提起された。訴状は、被告らが2017年8月10日から2018年11月15日の間にチャンネル在庫とGPU需要に対する暗号通貨マイニングの影響に関連する重大な虚偽または誤解を招く発言を行い、1934年証券取引法 (改正後) 10条 (b) または取引法、およびSEC規則10b-5に違反したと主張している。また、原告は、被告としたNVIDIAの役員が取引所法第20条 (a) に違反したと主張する。原告は、集団認定、不特定多数の補償的損害賠償の授与、衡平法/接続法または裁判所が正当かつ適切とみなすその他のさらなる救済を求めた。
- 3) リードは、2014年度まで社長兼CEOを務め、リサ・スーに社長兼CEOを交代した。リストラ自体は、リサ・スー就任後の2015年度まで続いた。

参考文献

- AMD (2011) *Advanced Micro Devices Annual Report 2011, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 18th, 2011.*
- AMD (2012) *Advanced Micro Devices Annual Report 2012, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 24th, 2012.*
- AMD (2013) *Advanced Micro Devices Annual Report*

2013, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 21st, 2013.

AMD (2014) *Advanced Micro Devices Annual Report 2014, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 18th, 2014.*

AMD (2015) *Advanced Micro Devices Annual Report 2015, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 19th, 2015.*

AMD (2016) *Advanced Micro Devices Annual Report 2016, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 19th, 2016.*

AMD (2017) *Advanced Micro Devices Annual Report 2017, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 21st, 2017.*

AMD (2018) *Advanced Micro Devices Annual Report 2018, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 27th, 2018.*

AMD (2019) *Advanced Micro Devices Annual Report 2019, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 8th, 2019.*

AMD (2020) *Advanced Micro Devices Annual Report 2020, Form 10-K (NASDAQ:AMD), December 26, 2020.*

AMD (2021) *Advanced Micro Devices Annual Report 2021, Form 10-K (NASDAQ:AMD), December 25, 2021.*

AMD (2022) *Advanced Micro Devices Annual Report 2022, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 3rd, 2022.*

AMD (2023) *Advanced Micro Devices Annual Report 2022, Form 10-K (NASDAQ:AMD), February 27th, 2023.*

Arnkil, R., A. Järvensivu, P. Koski, & T. Piirainen (2010) *Exploring Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models*, University of Tampere, Institute for Social Research, Work Research Centre.

Chris Miller (2022) *CHIP WAR : The Fight for the World's Most Critical Technology*, Scribner.

Christensen, C. M. (1992a). Exploring the limits of the technology S-curve. Part I: *Component technologies. Production and Operations*

- Management*, 1(4), 334-357.
- Christensen, C. M. (1992b). Exploring the limits of the technology S-curve. Part II: *Architectural technologies. Production and Operations Management*, 1(4), 358-366.
- Christensen, C. M. (1993). The rigid disk drive industry: A history of commercial and technological turbulence. *Business History Review*, 67(4), Winter 1993, 531-588.
- Christensen, C. M., & Bower, J. L. (1996). Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms. *Strategic Management Journal*, 17(3), 197-218. (岡真由美他訳「顧客の力、戦略的投資、そして大手企業の失敗」『技術とイノベーションの戦略的マネジメント』翔泳社(上)、2007、pp.267-288)
- Christensen, C. M. (1997) *The innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*, Harvard Business School Press. 伊豆原弓訳『イノベーションのジレンマ』翔泳社、2001年。
- Christensen, C. M. and Raynor, M. E. (2003) *The Innovator's Solution*, Harvard Business School Press. 玉田俊平太監修、櫻井祐子訳『イノベーションへの解：利益ある成長に向けて』翔泳社、2003年。
- Christensen, C. M., Anthony, S. D. and Roth, E. A. (2004) *Seeing What's Next: Using the Theories of Innovation to Predict Industry Change*, Harvard Business Review Press (櫻井祐子訳 (2014)『イノベーションの最終解』翔泳社)。
- Eisenhardt, K. M. (1989) Building theories from case study research, *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Luthji, C.(2004) Characteristics of innovation users in a consumer goods field: An Empirical study of sport-related product consumers. *Tecnovation*, 24(9), pp.683-695.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B. and Lampel, J. (1998) *Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management*, New York: Free Press. (齋藤嘉則監訳、木村充、奥澤朋美、山口あけも訳 (1999)『戦略サファリ：戦略マネジメント・ガイドブック』東洋経済新報社)。
- NVIDIA (2010) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 30, 2011.*
- NVIDIA (2011) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 29, 2012.*
- NVIDIA (2012) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 27, 2013.*
- NVIDIA (2013) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 26, 2014.*
- NVIDIA (2014) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 25, 2015.*
- NVIDIA (2015) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 31, 2016.*
- NVIDIA (2016) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 29, 2017.*
- NVIDIA (2017) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 28, 2018.*
- NVIDIA (2018) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 27, 2019.*
- NVIDIA (2019) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934 For the fiscal year ended January 26, 2020.*
- NVIDIA (2020) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF*

- THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934*
For the fiscal year ended January 31, 2021.
- NVIDIA (2021) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934*
For the fiscal year ended January 30, 2022.
- NVIDIA (2022) *FORM 10-K, ANNUAL REPORT PURSUANT TO SECTION 13 OR 15(d) OF THE SECURITIES EXCHANGE ACT OF 1934*
For the fiscal year ended January 29, 2023.
- Porter, M. E. (1998) *On competition*, Harvard Business School Press.
- Schumpeter, J. A. (1926) *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, 2 Aufl.* Duncker and Humblot (1st ed. 1912). 塩野谷祐一・中山伊知郎・東畑精一訳『経済発展の理論』岩波書店, 1937年(単行本), 1977年(文庫本)。
- Schumpeter, J. A. (1939) *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process, 2 vols.* McGraw-Hill Book Company, Ink. 吉田昇三監修・金融経済研究所訳『景気循環論』有斐閣、全5冊、1958-1964年。
- Schumpeter, J. A. (1950) *CAPITALISM, SOCIALISM AND DEMOCRACY*, 3rd ed., New York, Harper & Brothers (1st ed. 1942, 2nd ed. 1947) 中山伊知郎・東畑精一訳『資本主義・社会主義・民主主義 全3巻』東洋経済新報社、1951年(改訂版1962年)。
- von Hippel, E. (1976). The dominant role of users in the scientific instrument innovation process. *Research Policy*, 5(3), 212-239.
- von Hippel, E. (1986). Lead users: A source of novel product concepts. *Management Science*, 32(7), 791-805.
- von Hippel, E. (1988) *The Source of Innovation*, Oxford University Press. (榎原清則訳『イノベーションの源泉 真のイノベーターはだれか』ダイヤモンド社, 1991年)。
- Yin, R. K. (1994) *Case Study Research 2nd Edition*, Sage Publications.
- 一小路武安(2010)『ユーザーイノベーション研究の現在：イノベーションを行うユーザーをいかにマネジメントするか-経営学輪講 Jeppesen and Frederiksen(2006)-』赤門マネジメント・レビュー, 9(3), pp.175-186.
- 岩尾俊兵(2019)『イノベーションを生む“改善”：自動車工場の改善活動と全社の組織設計』有斐閣。
- 大沼雅也(2014)『ユーザーイノベーション研究の新たな展開』日本経営学会誌, 34, pp.26-36.
- 田中克昌(2019)『戦略的イノベーション・マネジメント』中央経済社。
- 中村友哉(2012)『イノベーションプロセスに関する研究-ユーザーイノベーションの生成プロセス-』広島大学マネジメント研究, pp.51-62.
- 西川英彦(2017)『ユーザー・イノベーション』マーケティングジャーナル, 36(4), pp.2-4.
- 山口栄一(2006)『イノベーション 破壊と共鳴』NTT出版。
- 湯之上隆(2023)『半導体有事』文春新書。



Market Creation Mechanism of Sustained Radical Innovation —A Case Study of GPU Generalization in the Semiconductor Industry—

Katsumasa Tanaka

Faculty of Business Administration, Bunkyo University

✉ k.tanaka@bunkyo.ac.jp

Tatsushi Ogu

Faculty of International Politics and Economics, Nishogakusha University

✉ t-ogu@nishogakusha-u.ac.jp

Received: 10, December, 2023

Abstract

This study focuses on the Graphics Processing Unit (GPU) market, which is used in the semiconductor market, especially for graphics applications in the gaming market, and is continuously improving its high-end performance and being used in new high-performance areas.

The purpose of this study is to closely observe the strategic directions of NVIDIA and AMD, which are semiconductor manufacturers dealing with GPU products, and to compare the performance of GPU products from 2010 to 2022, when the applications of GPU products have expanded beyond graphics applications, in order to examine the mechanism of innovation brought about by the generalization of GPUs in the semiconductor industry. This paper examines the mechanism of innovation brought about by the generalization of GPUs in the semiconductor industry by comparing the performance of GPU products.

According to Christensen (1997), it has been conventionally accepted that in the relationship between product development and market creation, excessive product performance improvement through sustained innovation is a factor that can be reversed by disruptive innovation.

However, the results of this study revealed the existence of a new pattern of market creation (sustained radical innovation) in which sustained innovation and radical innovation occur simultaneously. This pattern of market creation cannot be established solely from the corporate side in the major players in the GPU product market. It is believed that market creation is accelerated when strategic directions in the market and consumer behavior respond to each other. In other words, this structure can be described as a mechanism of new market creation through the interaction of firms and consumers. This study is an important finding that suggests the possibility of the existence of new strategic patterns in different industries, in addition to the conventional set of strategic patterns such as disruptive innovation.

Keywords: Sustained radical innovation, Strategic direction, GPU, lead user, instinctive behavior

Faculty of Business Administration, Bunkyo University

5-6-1 Hanahata, Adachi, Tokyo 121-8577, JAPAN

Tel +81-3-5688-8577, Fax +81-3-5856-6009

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>

経営論集 Vol.10, No.2

ISSN 2189-2490

2024年 3月31日発行

発行者 文教大学経営学部 石塚 浩

編集 文教大学経営学部 研究推進委員会

編集長 山崎 佳孝

〒121-8577 東京都足立区花畑5-6-1

TEL : 03-5688-8577 FAX : 03-5856-6009

<http://www.bunkyo.ac.jp/faculty/business/>

