慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	PC市場の低迷で業績を落としたAMDは何故復活することができたのか
Sub Title	
Author	小林, 怜央
Publisher	慶應義塾大学商学会
Publication year	2022
Jtitle	三田商学研究学生論文集 No.2021 ,p.185- 204
JaLC DOI	
Abstract	本論文は，コア部品メーカーが供給先の製品市場が破壊的イノベーションによって低迷した際に採るべき対応を考察することを目的とした論文である。破壊的イノベーションへの対応は広く議論されているが，そのほとんどは破壊によってシェアを奪われた当事者が採るべき対策を論じたものである。しかし，その影響はサプライヤー，特に特定の製品に強い影響力を持ったコア部品メーカーにも重くのしかかるだろう。本論文では，売上の9割を占めていたPC市場の低迷によって一度は巨額の赤字を計上したものの，現在は業績を回復し，利益を増大し続けているAMDの事例から，コア部品メーカーが供給先市場の低迷を乗り越え，成長を続けて行くための戦略を考察する。先行研究から，AMDはPC市場の低迷で業績を落とした翌年，CPUとGPUを統合したAPUがゲーム機に採用されたことで業績を回復させていることなどが明らかになった。しかし，それが一時的なものなのか，長期的にAMDの業績を支えたのかは不明なままだった。そこで，AMDの業績をセグメント別に見ると，それ以降APUを用いたセミカスタム部門がPC用部門に代わり利益を上げていることがわかった。では，なぜAPUはAMDの業績を支えることができたのか。検証の結果，APUは「新市場型破壊」によってPC以外の様々な市場で利益を上げていた。また，PC市場でも「ローエンド型破壊」を起こし始めていた。このAPUによる「ハイブリッド型」の破壊的イノベーションによってAMDは主力供給先市場の縮小による業績低迷を乗り越えたのである。一般的に破壊的イノベーションは既存大企業には起こし難いものであるが，AMDの破壊的イノベーションは既存大企業が直面する問題を克服していた。この事例から，主力供給先市場が低迷したコア部品メーカーは，新市場に目を向け，部品の用途拡大戦略を採ることが重要であると示唆される。
Notes	論文
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00113718-00002021-0185

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

三田商学研究
学生論文集
2021年度号

PC市場の低迷で業績を落としたAMDは何故復活することができたのか

小　林　怜　央

＜要　　約＞

本論文は，コア部品メーカーが供給先の製品市場が破壊的イノベーションによって低迷した際に採るべき対応を考察することを目的とした論文である。破壊的イノベーションへの対応は広く議論されているが，そのほとんどは破壊によってシェアを奪われた当事者が採るべき対策を論じたものである。しかし，その影響はサプライヤー，特に特定の製品に強い影響力を持ったコア部品メーカーにも重くのしかかるだろう。本論文では，売上の9割を占めていたPC市場の低迷によって一度は巨額の赤字を計上したものの，現在は業績を回復し，利益を増大し続けているAMDの事例から，コア部品メーカーが供給先市場の低迷を乗り越え，成長を続けて行くための戦略を考察する。先行研究から，AMDはPC市場の低迷で業績を落とした翌年，CPUとGPUを統合したAPUがゲーム機に採用されたことで業績を回復させていることなどが明らかになった。しかし，それが一時的なものなのか，長期的にAMDの業績を支えたのかは不明なままだった。そこで，AMDの業績をセグメント別に見ると，それ以降APUを用いたセミカスタム部門がPC用部門に代わり利益を上げていることがわかった。では，なぜAPUはAMDの業績を支えることができたのか。検証の結果，APUは「新市場型破壊」によってPC以外の様々な市場で利益を上げていた。また，PC市場でも「ローエンド型破壊」を起こし始めていた。このAPUによる「ハイブリッド型」の破壊的イノベーションによってAMDは主力供給先市場の縮小による業績低迷を乗り越えたのである。一般的に破壊的イノベーションは既存大企業には起こし難いものであるが，AMDの破壊的イノベーションは既存大企業が直面する問題を克服していた。この事例から，主力供給先市場が低迷したコア部品メーカーは，新市場に目を向け，部品の用途拡大戦略を採ることが重要であると示唆される。

＜キーワード＞

AMD，APU，ネットワーク外部性，破壊的イノベーション，新市場型破壊，ローエンド型破壊，ハイブリッド型破壊，据え置きゲーム機

1. はじめに

破壊的イノベーションによって，それまで市場を支配していた製品・企業が予期せぬ低迷に陥ることは少なくない。クリステンセンは，優良な既存大企業が顧客の声に耳を傾け，持続的技術への投資を重視することで破壊的技術への対応が遅れてしまう現象を「イノベーターのジレンマ」と呼んだ。そして，企業は破壊的イノベーションにどのように対応するべきか，様々な研究・議論が行われている。しかし，これらの議論はいずれも破壊によってシェアを奪い合う競争の当事者が採るべき戦略を論じたものである。

破壊的イノベーションによる市場の変化は，製品に関わるバリューネットワークをも変えてしまうため，その市場の当事者だけでなくサプライヤーにも多大な影響を及ぼすはずであるが，サプライヤーが採るべき対策についてはあまり議論されていない。クリステンセン（2001）では，PC 等で用いられるハードディスクドライブの市場において破壊的イノベーションが発生し，市場を支配する企業が次々に交代していく実例が紹介されているが，これはハードディスクドライブという部品そのものの市場において破壊的技術が出現した際の事例であり，本論文で考察したいのは，部品そのものの市場ではない，部品の供給先市場が破壊的イノベーションによって急激に縮小した際のサプライヤーの対応である。特に，完成品の中核となるデバイスに特化したサプライヤーは，破壊的イノベーションが完成品市場で発生した際，その市場変化の影響を直に受けやすく，適切な対応を採らなければ完成品と共に没落してしまうだろう。サプライヤーは，最終製品の競争力に強い影響を与える付加価値の高い部品に特化することで，完成品メーカーへの交渉力を強く持ち高利益率を実現することができるとする研究もある[1)]。しかし，そのように付加価値の高い部品に特化した優良サプライヤーこそ，市場の劇的な変化に脆いのではないだろうか。今までにない価値を持った破壊的技術が登場すると，これまで付加価値を生み出していた性能は評価されなくなる。それでは，コア部品メーカーはどのようにして完成品市場における破壊的イノベーションの脅威を乗り越えれば良いのだろうか。

本論文では，主力供給先市場の低迷を乗り越えたコア部品メーカーの事例として，世界第 2 位の CPU メーカーである Advanced Micro Devices, Inc.（以下 AMD）を挙げる。AMD は 2017 年以降，売上高と営業利益が共に急伸しており，それは Ryzen という高機能で安価な CPU の開発に成功したおかげだと言われている。しかし，実は AMD は 2012 年に世界 PC 出荷台数が下落した際に巨額の赤字を計上して倒産の危機に瀕している。後述するように 2017 年までの 5 年間にも PC の世界出荷台数は減少を続けており，AMD が何も対策を行わなかった場合，AMD は Ryzen 発売前に倒産していた可能性もある。2021 年現在においても AMD が存続し，業績を回復している以上，2017 年までの 5 年間には Ryzen 発売までの AMD を支えた何かが存在しているはずであり，その戦略を追うことで，主力供

1) 東・横井（2013）など。

給先市場が縮小したコア部品メーカーが採るべき戦略が見えてくると考える。

本論文の意義は，Ryzen の影に隠れた AMD 復活の要因を明らかにすることで正しい企業史を残すと共に，AMD の成功例から主力供給先市場が縮小したコア部品メーカーが業績を回復し，成長を続けるために効果的な戦略を考察することにある。

以下，本論文の構成を示す。2 章では，AMD の企業概要と業績推移，市場環境を整理し，PC 市場の縮小が AMD に与えた影響を示す。3 章では先行研究を用いて，AMD が 2013 年に赤字から脱したのは“Accelerated Processing Unit”（以下 APU）という製品に依ること，APU の概要，および 2017 年以降の AMD の主力製品である Ryzen の優位性を示す。4 章ではまず，先行研究で示されていない 2014 年以降の AMD の業績変化を調査し，2014 年以降も APU が AMD の業績を下支えしていることを明らかにする。そこから，APU が AMD の業績回復を可能にした理由を探るための仮説を，クリステンセン＝レイナー（2003）で示された破壊的イノベーションの概念を用いて提示する。5 章では，仮説の検証に必要なアプローチを検討したのち，検証を行う。ここで APU が破壊的イノベーションの「新市場型破壊」と「ローエンド型破壊」の特徴を兼ね備えた「ハイブリッド型破壊」であることを示す。6 章では，AMD の業績回復は，破壊的イノベーションである APU に起因するという結論を述べる。その結論から，コア部品メーカーが破壊的イノベーションによる主力供給先市場の縮小を乗り越えるためにはどのような戦略を採るべきかを考察することで本論文を締めくくる。

2．AMD の基本情報とそこから生じる疑問

（1）AMD の沿革

1969 年にアメリカのカリフォルニアに設立された AMD は，1975 年から Intel とセカンドソース契約を交わして半導体の製造を行なっていたが，1985 年に契約を拒否されたことを機に半導体の独自開発を開始する[2)]。同社は 2006 年には，グラフィックスの技術を得るためにカナダの ATI Technologies を買収し[3)]，CPU だけでなく GPU にも強みを持ち，2008 年には，製造部門を切り離してファブレス企業となった[4)]。2011 年には買収して獲得したグラフィックス技術と自社の CPU 技術を組み合わせ，CPU と GPU を兼ね備えたプロセッサ，APU の開発に成功した。2017 年には高性能で安価な CPU，Ryzen を開発し，人気を博している。

---

2)　大原雄介「x86 初期から K5 まで AMD の歩みを振り返る」ASCll.jp，2010 年 8 月 9 日 https://ascii.jp/elem/000/000/545/545255/（最終閲覧日 2021 年 10 月 24 日）

3)　竹居智久「プロセサはマルチ×マルチへ　GPU の混載に活路，汎用プロセサが SoC 化―第 1 部＜同種から異種へ＞」『日経エレクトロニクス』2007 年 10 月 8 日号，PP. 50-55，日経 BP 社。

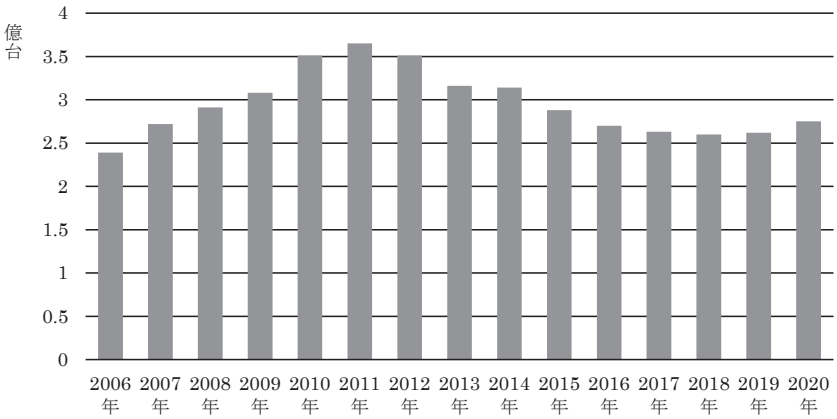
4)　Jonathan Skillings（緒方亮，高森郁哉，大熊あつ子訳）「AMD，製造部門の分社化を正式発表」CNET Japan，2008 年 10 月 8 日 https://japan.cnet.com/article/20381649/（最終閲覧日 2021 年 10 月 24 日）

（2）AMD の市場環境と業績

AMD は PC のコア部品である CPU を主に販売してきた。しかし，PC 市場はタブレットやスマートフォンといった破壊的技術による製品の普及が進んだことで，2011 年をピークとして縮小に転じた。

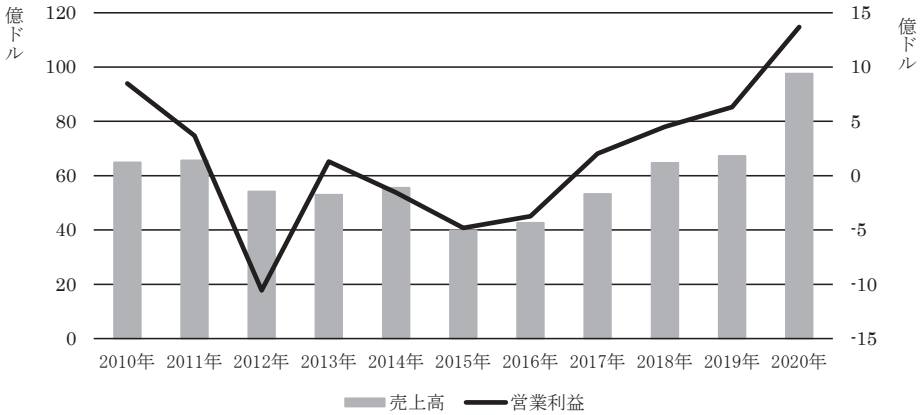
図 1 は 2006 年から 2020 年までの世界 PC 出荷台数を表している。2011 年には約 3 億 6500 万台が出荷されていたが，初めて減少に転じた 2012 年は 1400 万台減の約 3 億 5100 万台だった。そこから 2018 年まで減少が続いている。コロナ禍の影響もあり，2020 年の出荷台数は約 2 億 7500 万台まで回復したものの，ピーク時の 2011 年と比べて約 25％も減少している。

図 1　世界 PC 出荷台数の推移



資料出所：Gartner プレスリリースより作成。

図 2　AMD の業績の推移



資料出所：AMD 決算報告より作成。

この PC 市場の縮小は，AMD の業績に大きな影響を与えている。図 2 は 2010 年から 10 年間の AMD の業績の推移である。営業利益を見ると，2010 年は 8.48 億ドル，2011 年は 3.68 億ドルと好調であったが，2012 年に PC の世界出荷台数が 2001 年以来初めて下落すると，その影響を受けて 10.56 億ドルもの赤字を計上した。また，AMD が受けた影響は競合の Intel が受けたものよりも大きかった。2012 年の PC 用 CPU の売上を見ると, Intel は前年比 3%減[5] に対し, AMD は前年比 17.5%減であった。これは，当時の大手 PC メーカーのほとんどが Intel の CPU を採用していたことに起因する[6]。また，当時 Intel はサーバー向け CPU においても 8 割以上のシェアを占めており，PC 市場で売上が減少してもそちらから利益を得ることができた。2012 年の Intel の売上高の内訳は, PC 向けプロセッサが 7 割, サーバー向けが 2 割，その他が 1 割である[5]。一方で，AMD の売上高は 9 割が PC 向けのプロセッサによるもの[7] であり，他の市場から利益を得ることができなかった。このように，AMD は競合と比べても PC 市場の縮小の影響を深刻に受け，巨額の損失を計上することとなった。

しかし，2012 年以降も PC 市場の縮小は続いたにも関わらず，AMD は翌年 2013 年には 1.3 億ドルの営業利益を計上し，赤字を脱している。2014 年から 2016 年の間は再び赤字に陥ったとはいえ，2012 年ほど深刻ではなかった。Ryzen が発売された 2017 年以降は完全に黒字化しており，2020 年は売上高 97.63 億ドル，営業利益 13.37 億ドルと過去最高を記録し，2012 年の赤字から 8 年で類稀なる V 字回復を遂げている。2012 年を基準とした時の 2020 年の営業利益増加率[8] は，Intel が約 62%[9] であるのに対し，AMD は約 230%と AMD の方が圧倒的な成長を遂げていることがわかる。

(3) AMD の業績推移から生じる疑問

2012 年に PC 市場の縮小が原因で業績を大きく落とした AMD は，翌年の 2013 年に営業利益を急回復させている。また，PC 市場は 2013 年以降も縮小を続けたものの，その後の AMD の業績は 2012 年ほど悪化することはなく，直近までを視野に入れるとむしろ圧倒的な成長率を記録している。ここで，「AMD は主力供給先市場の縮小という危機にどのような対応を行い，業績の悪化をくいとめることができたのか。」という疑問が生じる。この疑問に答えを出すことができれば，主力供給先市場が縮小したコア部品メーカーが行うべき対策の片鱗が見えてくるだろう。次の章では，疑問を解消するために必要な先行研究を紹介する。

---

5) 鈴木英子「Intel，2012 年 Q4 決算は減収減益，市場予測を上回るが弱気な見通し」日系クロステック，2013 年 1 月 18 日 https://xtech.nikkei.com/it/article/NEWS/20130118/450425/（最終閲覧日 2021 年 12 月 4 日）

6) 2012 年に PC の世界シェアトップを誇っていた PC メーカー，ヒューレット・パッカードの 2012 年 3 月に公開されたカタログを見ると，紹介されている PC には全て Intel の CPU が採用されている。このように，市販されている PC のほとんどは Intel 製の CPU を搭載しており，企業や施設の備品など，需要が下がりにくいシーンでも広く Intel の CPU が使われていたため Intel は PC 市場の縮小による影響が AMD よりも小さかったと考えられる。

7) 前田佳子「“PC の負け組”あの AMD が苦境を脱却？　グローバル事業統括リサ・スー副社長が語る新戦略」東洋経済，2014 年 4 月 16 日 https://toyokeizai.net/articles/-/35496（最終閲覧日 2021 年 12 月 4 日）

8) 2012 年の営業利益／（2020 年の営業利益－ 2012 年の営業利益）× 100 で算出。

9) 営業利益率は Intel の決算資料を参照。

3．AMD の業績回復の要因―先行研究より―

AMD に関する先行研究は，CPU のスペックやアーキテクチャに関するものが多く，経営学的な観点から同社の経営行動を分析したものはあまり見受けられなかった。以下では，本論文のテーマに関わるいくつかの先行研究を紹介したい。

1）2013 年に業績を回復できた理由

まず 1 つ目は，Yera Kong（2019）である。これは，女性の従業員が企業の業績に与える影響を考察した論文で，優秀な女性経営者の例として 2012 年に AMD の上級副社長兼ゼネラルマネージャーになり，2014 年には代表取締役社長兼 CEO に就任したリサ・スーを取り上げ，彼女が AMD で行った改革を紹介している。

この論文によると，AMD が PC 市場の低迷を受けて巨額の赤字を計上した 2012 年から，翌年すぐに業績を回復できたのは，AMD が販売していた CPU と GPU を統合したチップセットである APU がゲーム機に使用されたからである。IBM 出身のリサ・スーは, Sony Computer Entertainment Inc.（以下 SCE）の PlayStation3 用に設計されたプロセッサである Cell の開発にも関わった経歴を持ち，ゲーム業界とパイプがあった。APU は CPU と GPU の機能を一つのチップで兼ね備えるため，小さくて低コスト・低消費電力という長所があり，小型の家庭用ゲーム機を作るのに理想的なプロセッサだった。そのため，APU は SONY の PlayStation4 と Microsoft の Xbox One に採用され，PC 市場で売上を落とした AMD の業績を回復させる要因となったと述べられている。

この論文によって，AMD の業績が 2013 年に回復した要因が明らかになった。しかし，2014 年以降の動きについては，同論文では言及されていない。

2）APU の特徴

次は，Branover, Foley & Steinman（2012）である。これは，AMD の研究者 3 人によって書かれた論文で, APU の特徴やアーキテクチャがまとめられている。この論文から, APU は従来の CPU に比べ, スペースを取らない，低コスト，効率的な処理により消費電力が少ないといった長所を持つ反面, CPU と GPU が物理的にメインメモリを共有しているという短所もあることが読み取れる。一方で, この論文では APU の構造が Intel の GPU 統合 CPU と比較して優れているのかどうかについては言及されていない。

そこで，この論文の 2 年後に書かれた Wang, Singh, Schulte & Kim（2014）を見ると，CPU と GPU を統合したプロセッサにおいては，用途に応じて適したプロセッサに処理を分担させる “Heterogeneous Computing” を用いることでより処理性能を向上させることができると述べられている。

ここで情報を付け加えると，AMD はこの論文が推奨している “Heterogeneous Computing” に基づ

いたアーキテクチャである“Heterogeneous System Architecture”を扱う業界標準団体の設立に携わっており, APU はそのアーキテクチャを用いて設計されている[10]。さらに, 2014 年以降の APU にはこのアーキテクチャの能力を最大限に発揮する“Heterogeneous Uniform Memory Access”という独自技術が使われている。これは，CPU と GPU のメモリ空間を統合し，両者間のデータの転送を不要にするという，統合型プロセッサにおける処理を最適化することを目指した技術であり，他の統合型プロセッサに比べてより高速な処理を可能にする。この技術により APU は，前記の論文で示されていた，1 つのメインメモリ内でメモリ空間を CPU と GPU が奪い合うという既存の統合型プロセッサの欠点を改善し，Intel の統合プロセッサよりも優れたパフォーマンスを発揮できるようになった。

3）Ryzen の優位性

最後に，Perenchuk（2017）を紹介する。これは，AMD の Ryzen のスペックを Intel の同価格帯の CPU と比較し，Ryzen の優位性を示した論文である。この論文によれば，Ryzen7 1800X は，Intel の Core i7-6900K より 550 ドル安いにも関わらず遜色のない能力を持ち，400 ドルの 1700X は Intel の 450 ドルの Core i7-6800K を，また，1700 も Core i7-7700K の価格を下回るが，どちらも Intel のものより処理速度が早いという結果が明らかにされている。この結果から Ryzen は，「驚くほどの低価格で高性能を実現し，市場を揺るがそうとしている」と評価されている。実際にこの評価が示唆する通り，Ryzen 発売後の AMD は破竹の勢いで PC 用 CPU 市場においてシェアを拡大しており，特にデスクトップ PC 向け CPU では，AMD のシェアは 2016 年には 20%弱だったが，2021 年第一四半期には 50.8% と Intel と互角にまで追いついている[11]。

以上の先行研究から，2013 年に AMD が業績を回復できたのは CPU と GPU を統合したプロセッサである APU がゲーム機に採用されたからであること，また，APU が省スペース・低コスト・低消費電力という今までのプロセッサにはない特徴を持っており，さらには統合型プロセッサの欠点を克服していたこと，そして，Ryzen が圧倒的に優れており，PC 用 CPU 市場に大きなインパクトを与えたことが明らかになった。

4．本論文のテーマ

(1) 先行研究を受けての疑問

先行研究から明らかになったことは前記の通りであるが，一方で，APU による業績回復が PlayStation4 と Xbox One に採用された 2013 年に特有の一時的なものだったのか，それとも 2014 年

---

10) 竹居智久「AMD が次期プロセッサで CPU と GPU のメモリを統合　ヘテロジニアス・コンピューティングの用途拡大へ」『日経エレクトロニクス』2013 年 11 月 25 日号，p. 10，日経 BP 社。

11) PassMark Software 公開資料より。

以降もAPUがAMDの業績を下支えし続けたのかは明らかになっていない。もしもAPUが2014年以降もAMDの業績を支えていたとすれば，AMDがPC市場の急激な縮小による収益低迷を乗り越えられた要因は，APUにあるということができる。よってまず，「APUは2014年以降のAMDの業績にどのような影響を与えたのか」を問わなければならない。以下本章では，この問いに答えを出すため，AMDがAPUを販売するために採った戦略と，それによる業績内訳の変化を調査する。

(2) AMDのAPU販売戦略と業績内訳

1) セミカスタム部門の設立

APUを販売するための戦略として，AMDは2013年にセミカスタム部門を設置している。同部門が手がけるのは，AMDの持つCPU技術，グラフィックス技術，知的財産を活かし，PCだけでなく顧客ごとの様々な用途に向けてプロセッサをカスタマイズする事業であり，PlayStation4用のAPUを最初の採用事例として，その経験で培った手法を応用したものである[12)]。このセミカスタム事業により，AMDはそれまで主にPCとサーバー向けに展開していた自社プロセッサを幅広い市場に拡大しようと試みた。

2) 業績内訳の変化

図3はAMDのセグメント別の売上を表したグラフである。CPU&GPUがPC向けプロセッサの売上を，Enterprise, Embedded and Semi-Customがセミカスタム部門を含むPC以外の用途に用いられたプロセッサの売上を表している。2012年からPC向けCPUとGPUの売上が減少する一方で，2013年にセミカスタム部門を設立してからはEnterprise, Embedded and Semi-Customが安定的な売上を計上し，AMDの経営を支えていることがこの図から読み取れる。また，2015年と2016年はPC向けのCPU&GPUの売上よりもEnterprise, Embedded and Semi-Customの売上の方が高い。PC用CPU&GPUの売上が増加を見せるのは，Ryzenが発売された2017年以降である。すなわち，Ryzen発売までのAMDを支えたのは，PC以外の用途で採用されたAPUだったのである。

この調査により，APUは2013年の業績を一時的に回復させただけではなく，様々な用途に向けてカスタマイズされることで，2014年以降のAMDを支えていたことが明らかになった。つまり，AMDがPC市場の低迷による業績悪化を乗り越えられたのは，APUがPC以外の様々な市場で売上を上げたことに要因があると言うことができる。

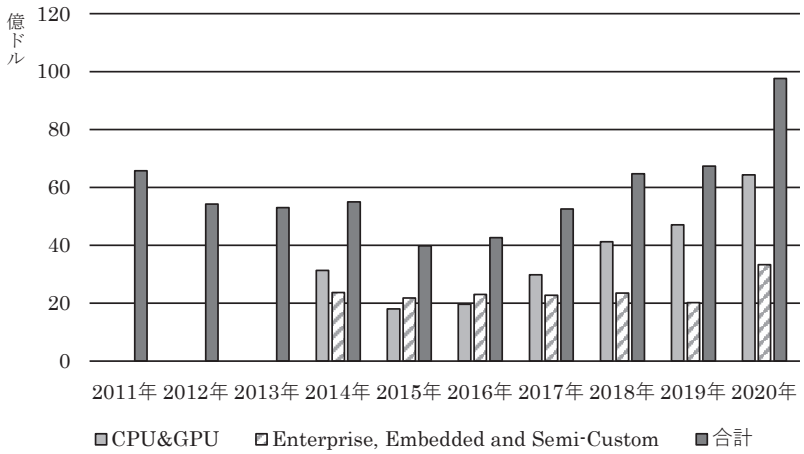
(3) テーマ検討

しかし，AMDがPC市場の縮小による収益低迷をどう乗り越えたのかについての答えを出すには，

---

12) “AMD to Create Tailored Products Integrating Customer-Specific IP Though Semi-Custom Business Unit” AMD，2013年5月2日 https://ir.amd.com/news-events/press-releases/detail/138/amd-to-create-tailored-products-integrating（最終閲覧日2021年10月17日）

図 3　AMD のセグメント別売上高



資料出所：AMD 決算報告から作成。

まだ明らかにすべきことが残っている。それは，何故 APU は新しく参入した市場で売上を伸ばすことができたのかという問題である。この理由を解明することで，AMD が APU を用いて PC 市場の急速な縮小による業績低迷を乗り越えたということが真に明らかになる。そしてその事例から，主力供給先市場が縮小したコア部品メーカーが業績を回復し，成長を続けるために採るべき戦略を考察することができると考える。

以下，「APU は何故 AMD の業績を伸ばすことができたのか」を問う。

(4) 仮説の検討

この問いに答えを出すためには，APU という製品の特徴や市場を整理する必要がある。そこでまず，APU はどのような市場を想定して開発された製品だったのかを確認しておこう。APU が 2011 年 1 月に発売される約 1 年前の 2009 年 11 月に公開された AMD の 2011 年までのロードマップ[13] によると，AMD は APU の用途としてデスクトップ PC，ノート PC を挙げており，ゲーム機には言及していない。このことから，2010 年当時の AMD は APU の市場としてゲーム機を想定しておらず，本来の用途は PC であったことが確認できる。しかし，現実には，高品質な CPU と GPU を単独で搭載するのに比べて画質や処理能力で劣っていた APU では，リリースされた翌年の 2012 年，PC 市場縮小に伴う業績の悪化をくいとめることはできなかった。一方で，省スペース・低コスト・低消費電力という別の価値を評価され，2013 年にゲーム機に採用されることとなった。

ここまでの流れを整理すると，PC 用プロセッサとして開発された APU は，省スペース・低コスト・

[13] “AMD Financial Analyst Day” 2009 年 11 月 11 日 https://www.slideshare.net/AMD/amd-financial-analyst-day（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

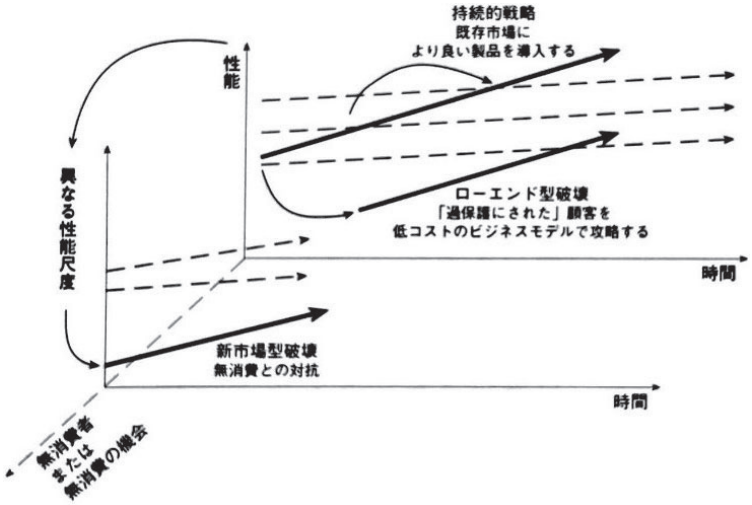
低消費電力という新たな価値によってゲーム機用プロセッサという新たな用途で採用され，本来想定していた市場とは全く異なる市場で利益を上げるようになった。ここで想起されるのは，クリステンセン＝レイナー（2003）で示されている破壊的イノベーションの「新市場型破壊」という概念である。同著では，既存の評価軸の性能では劣るものの，全く異なる新たな評価軸の性能をもたらす破壊的技術が，その新たな評価軸の性能によって新たな市場で顧客を獲得する場合を新市場型破壊という。そこで，続く 5 章では，「APU が AMD の業績を伸ばすことができたのは，新市場型破壊だったからではないか」という仮説のもと，新市場型破壊の特徴と APU の特徴を照らし合わせて検証を行う。スマートフォンやタブレットといった最終製品レベルで起きた破壊的イノベーションによって窮地に追い込まれた AMD は，自らも破壊的イノベーションを起こし，新市場に進出することで危機を脱したのではないだろうか。

(5) 破壊的イノベーション

検証に先立ち，破壊的イノベーションについてより詳細に説明しておこう。破壊的イノベーションとは，クリステンセン（2001）で示された概念であり，既存市場で価値のある性能を向上させる持続的イノベーションに対して，破壊的技術によって全く別の価値がもたらされ，市場で評価される性能が変化する現象を示す。破壊的イノベーションを起こすことで企業は既存市場を破壊し，一気にシェアを奪うことができる。

また，クリステンセン＝レイナー（2003）では，破壊的イノベーションには 2 種類の破壊が存在することが示されている。図 4 は縦軸を性能，横軸を時間，第 3 軸を無消費へのアプローチとして 2 種類

図 4　破壊的イノベーション・モデル



資料出所：クレイトン・クリステンセン，マイケル・レイナー（2003）p. 55 より引用。

の破壊を説明した図である。

破壊の 1 つ目は，新市場型破壊である。新市場型破壊とは，新たにもたらした価値で消費者が今までその製品・サービスを使っていなかった「無消費」の状態を破壊し，新たな市場を開拓することを示す。図の「性能」と書かれた縦軸と，「無消費者または無消費の機会」と書かれた軸に注目すると，従来の性能とは異なる性能尺度を持つことで，2 つ目のグラフが現れていることがわかる。これは，従来評価されていた性能とは異なる性能を評価する新たな市場が出現したことを表している。新市場型破壊は新市場を生み出す性質から，新規顧客を大量に獲得できる可能性がある。

破壊の 2 つ目は，ローエンド型破壊と呼ばれている。ローエンド型破壊とは，既存市場のローエンドに位置するニーズを過度に満たされた顧客を，性能ではなく価格の低さで獲得することを示す。図の「性能」を縦軸としたグラフを既存市場として見ると，性能の低いところで矢印が伸びているのが確認できる。価格を抑えたビジネスモデルで，既存市場で必要以上の性能を与えられている顧客を獲得するのがローエンド型破壊である。そして，新市場型とローエンド型の 2 つのアプローチを併せ持つことをハイブリッド型破壊と呼ぶ。

なお，破壊的イノベーションは，既存顧客の求めている性能を向上させず，成熟していない新市場や既存市場のローエンドという利益率の低い市場に参入する性質上，既存大企業は起こしづらく，新興企業がイノベーターとなることが多い。AMD は既存大企業であるため，本来なら破壊的イノベーションを起こす側にはなりにくいはずである。次章で上記の仮説を検証して APU が破壊的イノベーションかどうか確かめた後に，この点についても考察を加えたい。

5. 検証

(1) 検証内容

本章ではまず，破壊的イノベーションの特徴と発売当初の APU の特徴を照らし合わせて検証を行う。クリステンセン＝レイナー（2003）によると，破壊的イノベーションの新市場型破壊の特徴とは，①既存の評価軸での性能は低い，②今までの製品にはない新しい価値をもたらす，③新たな価値により今までとは異なる市場で顧客を獲得する，の 3 点である。①については, APU は低価格中性能の製品であり, PC ユーザーが求める評価軸の「処理の早さ」や「グラフィックスの美麗さ」は CPU と GPU を単体で搭載したものに敵わないため，条件を満たしていると言える。また，②については，Branover, Foley & Steinman（2012）にも示されていた通り，APU は省スペースで低コスト・低消費電力といった今までのプロセッサにはなかった新たな価値をもたらしているため条件を満たしている。よって，以下では主に③について検証していく。

APU が省スペースで低コスト・低消費電力という新たな価値でゲーム機用プロセッサに採用された

ことはYera Kong（2019）で示されている事実だが，それがその時限りのものだったのか，そうでないのか，以後のゲーム機用プロセッサ市場に与えた影響についてはまだわかっていない。そこでAPUが2013年以降のゲーム機用プロセッサ市場において顧客を獲得できているかを検証し，③の条件を満たすかを確かめる。また，上述したようにAMDは2013年からセミカスタム部門を設置し，ゲーム機以外にも様々な用途に向けてAPUをカスタマイズしていた。そのため，ゲーム機市場以外においても新市場型破壊を起こしているのか検討する必要がある。その上で，既存市場であるPC市場における2021年現在のAPUのポジションにも言及する。

以上の検証を行い，APUが破壊的イノベーションであったのかを確かめ，AMDの業績を伸ばすことができた理由を明らかにしたい。

(2) 検証：APUは破壊的イノベーションなのか。

1）APUがPlayStation4やXbox Oneに採用された経緯

APUがPlayStation4やXbox Oneに採用されたのは，当時のゲームハードメーカーの事情に起因する。家庭用ゲームハードは世代を重ねるにつれて高性能化，高コスト化が著しい製品である。PlayStation3が発売される以前は，ゲーム機用プロセッサはコストをかけても回収することができると考えられていたが，SCEが巨額のコストをかけて内製したプロセッサであるCellを搭載したPlayStation3が期待より売れなかったことで，ゲームハードメーカーはプロセッサの内製に限界を感じるようになっていた。そこで，SCEとMicrosoftはプロセッサを外注する方針で次世代機のPlayStation4とXbox Oneの開発をそれぞれ開始する。コストや機体サイズ・消費電力を考慮すると，プロセッサはCPUとGPUの統合型が好ましかったが，当時統合型のプロセッサを販売していたのはIntelとAMDの2社だった。しかし，PC市場でトップシェアを誇り，売上を維持していたIntelはゲーム機向けのカスタムチップの開発に積極的ではなかった。一方で，PC市場でトップのIntelに長年敵わなかったAMDは，カスタムチップの要求に積極的に対応した。また，2章で述べたようにAMDはATI Technologiesを買収していたために高いグラフィックス技術を持っていたことも追い風となった。以上の経緯でAMDのAPUがゲーム機に採用されることとなった[14]。

2）ゲーム機用プロセッサ市場に与えた影響

ここで，APUがゲーム機用プロセッサ市場で顧客を獲得できているのかを明らかにし，新市場型破壊が起きていたのかを検証するため，PlayStation4前後のゲーム機にどの企業のプロセッサが搭載されていたかを確かめる。検証の条件としては，据え置きゲーム機のみを調べることとする。これは，携帯ゲーム機と据え置きゲーム機ではプロセッサのアーキテクチャが異なっており，開発している企業も異なるためである。期間は1999年以降と設定する。また，持ち歩くこともテレビなどの画面に映すこ

[14] 後藤弘茂「なぜPlayStation4はAMDアーキテクチャを使ったのか」PC watch，2013年2月26日 https://pc.watch.impress.co.jp/docs/column/kaigai/589315.html（最終閲覧日2021年10月17日）

ともできる，携帯型と据え置き型のハイブリッドである Nintendo Switch は，携帯ゲーム機に使用されるアーキテクチャのプロセッサを使っているが，据え置きゲーム機の PlayStation シリーズや Xbox シリーズの競合と考えられているため今回の検証に含めることとする。以上の条件で調べたデータが表 1 である。

表 1　据え置きゲーム機のプロセッサ開発企業

発売年度	ハード名	CPU 開発企業	GPU 開発企業	APU 使用
2000 年	PlayStation2	東芝	SCE	
2001 年	ゲームキューブ	IBM	ATI(現 AMD)	
2002 年	Xbox	Intel	NVIDIA	
2005 年	Xbox 360	IBM/Microsoft	ATI(現 AMD)	
2006 年	Wii	IBM	ATI(現 AMD)	
	PlayStation3	IBM/ 東芝 /SCE	NVIDIA/SCE	
2012 年	Wii U	IBM	AMD	
2014 年	PlayStation4	AMD	AMD	○
	Xbox One	AMD	AMD	○
2017 年	Nintendo Switch	NVIDIA	NVIDIA	
2020 年	PlayStation5	AMD	AMD	○
	Xbox Series X/S	AMD	AMD	○

資料出所：各公式ホームページより筆者作成。

表 1 に示したとおり，2013 年以前のゲーム機用プロセッサは，SCE と Microsoft による内製と，IBM や Intel，東芝, NVIDIA などによる外製が混在していたが, 2014 年以降に発売された据え置きゲーム機には，携帯ゲーム機向けのアーキテクチャを採用している Nintendo Switch を除いて全てに AMD の APU が採用されていることがわかった。このことから，据え置きゲーム機用プロセッサ市場は 2021 年現在，APU が独占していると言える。

3）なぜ APU は据え置きゲーム機用プロセッサ市場を独占できたのか

APU が 2014 年に据え置きゲーム機用プロセッサ市場に参入できた理由は前述のとおり，省スペース・低コスト・低消費電力という特徴が家庭用ゲーム機に求められるプロセッサに合致しており，また，PC 市場では Intel に勝てない AMD がプロセッサをゲーム機向けにカスタマイズすることに積極的だったためである。こうした経緯で AMD は縮小傾向にあった PC 市場以外の市場に参入することができた。

では，何故 APU は新たに参入した据え置きゲーム機用プロセッサ市場をその後独占することができたのだろうか。その理由として，APU の採用はゲームソフトメーカーにとっても利点があったことを

指摘できる。APU のアーキテクチャは主に PC で使われる x86 アーキテクチャ[15]であり，これは APU が採用される以前のゲーム機には使われていなかった。しかし，x86 アーキテクチャに基づく APU の採用によって PC との互換性が強まり，PC 用ゲームソフトを開発していた企業のサードパーティとしての参入が容易になった。実際に，PC ゲーム専門だった Blizzard Entertainment 社などが PlayStation4 用のソフト開発に参入している[16]。また，それぞれのゲームハードに合わせたフォーマットが不要になったため，現在では主流になっている複数のプラットフォームに同じタイトルを発売する「マルチプラットフォーム[17]」でのゲーム開発が容易になった。APU を採用することで得られたこれらの利点により，ゲームハードの補完財であるゲームソフトの開発が容易になった。すなわち，APU を採用することでゲームハードメーカーは，補完財が増えるほど製品のベネフィットも大きくなる「ネットワーク外部性の間接的効果[18]」を高めることができた。こうした理由から APU は据え置きゲーム機用プロセッサ市場を独占することができたと考えられる。

4）ゲーム機市場での新市場型破壊

ここまで見てきたように，PC 用プロセッサとして想定されていた APU は，今までのプロセッサにはなかった新たな価値を据え置きゲーム機用プロセッサの市場で評価され，新たな顧客を獲得した。よって本章の冒頭で述べた①②に加え，「③新たな価値で今までとは異なる市場で顧客を獲得する」という条件も満たしているため，APU は破壊的イノベーションの新市場型破壊であると言える。

5）ゲーム機用プロセッサとしての APU の今後の可能性

APU が据え置きゲーム機用プロセッサ市場を支配するに至ったのは上記の通りであるが，それだけに留まらず，近年では携帯型ゲーム機へ進出する兆しも見せている。2021 年 12 月に Valve から発売予定の新型携帯ゲーム機 Steam Deck には，APU が搭載されることが発表されており[19]，これは，APU の近年の性能向上により，省電力化・小型化・軽量化が進み，携帯機用アーキテクチャとの差が縮まっていることを意味している。Steam Deck の重さは 669 グラムとアナウンスされており，携帯型アーキテクチャを採用している Nintendo Switch を携帯して遊ぶ際の重さ 398 グラムと比べても圧倒的な差はない。このことから，このまま性能向上が進めば，将来的には携帯ゲーム機用のプロセッサでも現行の ARM アーキテクチャ[20]を抑えて APU が使用されるようになる可能性も考えられる。すなわち，APU は性能の高い x86 アーキテクチャでありながら省スペース・低コスト・低消費電力を実現してい

---

15) Intel が 1978 年に発売した「Intel 8086」の後方互換性を持つマイクロプロセッサのアーキテクチャ。主に PC やサーバー，スーパーコンピュータなどに用いられている。

16) 麻倉怜士「【麻倉怜士・PS4 発表会報告】プレイステーション 4 は PC アーキテクチャのスペシャル・チューン」日経クロステック，2013 年 2 月 22 日 https://xtech.nikkei.com/dm/article/NEWS/20130222/267517/（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

17) 複数のゲームハードに向けて同じゲームソフトを発売すること。

18) Katz & Shapiro（1985）において示された概念。

19) Steam Deck 公式ホームページ技術仕様 https://www.steamdeck.com/ja/tech（最終閲覧日 2021 年 10 月 1 日）

20) ARM 社が設計したアーキテクチャ。性能は x86 アーキテクチャに劣るが，小型で消費電力が小さいため，スマートフォンや家電など多くの製品に用いられている。

るという汎用性の高さから，さらなる新市場型破壊を起こす可能性を秘めていると言える。

6）ゲーム機市場以外での新市場型破壊

上述のように APU は据え置きゲーム機用プロセッサの市場を新市場型破壊によって支配しており，携帯型ゲーム機へ進出する兆しも見せている。しかし，4 章 2 節の 1 で示したように，AMD は 2013 年にセミカスタム部門を設置し，ゲーム機だけでなく様々な用途へ向けて APU をカスタマイズしている。では，ゲーム機以外の新市場においても APU は売上を伸ばすことができているのだろうか。

このことを示す詳細なデータは得られなかったが，2016 年に AMD のコーポレートバイスプレジデント兼アジアパシフィック・日本メガリージョン担当・バイスプレジデント[21] の David Bennett 氏は，

> 「いまは APU のような設計が非常に一般的となり，多くのコンピューターが 1 つのチップで動いています。私たちが毎日使っている PC だけではなく，Microsoft Xbox One や，Sony PlayStation4 といったリビングにあるゲーム機や，飛行機，医療用画像装置，ホームセキュリティシステム，サーバールーム，デジタルサイネージ，パチンコなど，さまざまなデバイスに APU が搭載されています。」[22]

と，様々な用途で APU が使われていることを明らかにしている。すなわち，APU は省スペースで低コスト・低消費電力という普遍性の高い新たな価値で，ゲーム機市場だけではなく多くのプロセッサ市場を破壊しはじめている。APU の持つ既存のプロセッサにはない新たな価値と AMD のカスタマイズへの積極的な対応が功を奏し，APU は新市場型の破壊的イノベーションを起こしていたのである。

7）PC 市場での APU

ここまで APU が参入した新市場に着目し，APU が新市場型の破壊的イノベーションであることを示したが，既存市場である PC 市場では現在どのようなポジションを占めているかも見ておこう。

APU は 2021 年現在，PC 市場においてローエンド製品として使用されている。特に Ryzen が発売された 2017 年以降は，Ryzen CPU を搭載した APU が人気を博している。スペックは高性能な CPU と GPU を単体で搭載した PC に遠く及ばないが，価格に対して十分に高性能であり，DELL の Inspiron シリーズやヒューレット・パッカードの HP ProBook シリーズ，Lenovo の ThinkPad シリーズをはじめ，多くのノート PC やローエンド PC に採用されている[23]。つまり，低価格によって既存市場の一部顧客を獲得しはじめている APU は，ローエンド型破壊も起こしていると言うことができる。

---

[21] 記事公開時の肩書であり，2021 年現在ではレノボ・ジャパン合同会社代表取締役社長兼 NEC パーソナルコンピュータ株式会社代表取締役執行役員社長である。

[22] David Bennett「AMD APU 発売 5 周年を振り返る」マイナビニュース，2016 年 5 月 2 日 https://news.mynavi.jp/kikaku/20160502-a002/（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

[23] 各社公式ホームページ参照。

8）何故 APU は AMD の業績を伸ばすことができたのか

以上の情報を整理すると，APU は，据え置きゲーム機用プロセッサをはじめとする PC 用プロセッサ以外の市場で新市場型破壊を起こし，PC 用プロセッサ市場の低価格帯でローエンド型破壊を起こしていた。ここから言えることは，APU は 2 つの破壊のアプローチを兼ね備えた「ハイブリッド型」の破壊的イノベーションだったということだ。

ここまで問うてきた「何故 APU が AMD の業績を伸ばすことができたのか」という問いに対する答えは，APU がハイブリッド型の破壊的イノベーションであり，様々な新市場と PC 市場のローエンドを攻略したからだと言うことが以上の検証によって明らかになった。

9）何故既存大企業である AMD は破壊的イノベーションを起こすことができたのか

検証を通じて，AMD の APU はハイブリッド型破壊であることが明らかになった。しかし，4 章でも述べたように，破壊的イノベーションは一般に新興企業によって起こされることが多く，既存大企業には起こし難いものである。これは，既存大企業は既存顧客の声を重視し，既存の評価軸の性能を高める戦略を採る傾向にあることや，利益率が低く，市場規模も小さい新市場では大企業を成長させるほどの利益を上げるのは難しいことが原因として挙げられる（クリステンセン，2001）。では，何故 AMD は既存大企業であるにも関わらず破壊的イノベーションを起こすことができたのか。その理由は，次の 3 点にあると考える。

理由の 1 つ目は，AMD が 2008 年に製造部門を切り離してファブレス企業になっていた点である。ファブレス企業の特徴として，製造を委託することで製品の設計に集中することができる利点がある。設計に集中できるファブレス企業としての柔軟性が，2013 年から開始した顧客の用途ごとにプロセッサをカスタマイズするセミカスタム事業に活きたのだと考えられる。また，AMD は 2018 年からは世界最先端の技術を持つ半導体ファウンドリ最大手の TSMC（Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.）にも製造を委託しており，プロセッサの更なる性能向上を実現している。以上の理由から，APU は様々な用途に適切にカスタマイズされ，多くの市場で顧客を獲得できたのではないだろうか。

2 つ目は，AMD が PC 用プロセッサ市場で Intel に圧倒的に差をつけられた二番手の企業だった点である。ゲームメーカーから統合プロセッサを使用する話が来た際，PC 市場でトップシェアを誇っていた Intel よりも，二番手の AMD の方がカスタムに積極的な姿勢を見せたためゲーム機に APU が採用されたのは上述の通りである。AMD は既存大企業であるとはいえ，既存市場でトップではなかったが故に，今までの市場とは異なる市場にも目を向けざるを得なかった。しかし，この時の判断が命運を左右し，未だに PC 市場頼りの Intel に 2 章 2 節で示した営業利益成長率で差をつけることができたのかもしれない。

そして 3 つ目は，参入した新市場が既に十分に成長した市場だった点である。APU が最初に採用された家庭用据え置きゲーム機市場は，新型を発売するたびに何千万台と売れている巨大市場であったため，安価で利益率の低い APU であっても十分な利益を得ることができた。また，APU が採用された

他の製品に関しても，市場規模の小さい全く新しいものではなく，十分な規模の市場を持っている一般的な製品がほとんどであった。このように AMD は, APU が既に十分成長している市場に参入したため, 既存大企業が破壊的イノベーションを起こす際に直面する，低利益率かつ市場規模が小さいという問題を克服することができたのである。

以上の理由から，AMD は既存大企業であるにも関わらず新市場型の破壊的イノベーションを起こし, 主力供給先市場である PC 市場が低迷しても業績を回復することができたと考えられる。また，AMD は新市場で得た利益で研究開発を続け，PC 市場での持続的イノベーションとも言える Ryzen を生み出した。圧倒的な高性能，低価格を実現した Ryzen は，PC 市場のハイエンドで人気を博しているだけでなく，APU に搭載され，PC 市場のローエンド型破壊を起こす要因となっている。すなわち，新市場型の破壊的イノベーションによって PC 市場の低迷を乗り越えた AMD は，持続的技術への投資もバランス良く行うことで，PC 市場と新市場の双方で利益を伸ばし，成長を続けているのではないだろうか。

6. 結論

以上の検証により，AMD が，PC 市場の低迷を受けて巨額の赤字を計上した 2012 年以降に業績を回復できた要因は，APU がハイブリッド型の破壊的イノベーションであったからだということが明らかになった。APU は省スペース・低コスト・低消費電力という新たな価値をもたらす破壊的技術であり，AMD はその特徴を活かして様々な製品のプロセッサとしてカスタマイズされ，様々な新市場で利益を上げることに成功した。こうした破壊的技術による用途拡大戦略によって, AMD は主な収益源だった PC 市場が縮小しても業績を回復させることができた。また，APU は低コスト故に PC 市場の低価格帯で採用されているという点でローエンド型破壊の要素も併せ持ち，PC 向けプロセッサとしても存在感を高めている。さらに，APU で得た利益で企業を存続させ，PC 市場向けの研究開発にも投資することで，AMD は新市場と PC 市場の双方で成長を続けている。

以上の事例から，コア部品メーカーが完成品市場における破壊的イノベーションの脅威を乗り越えるためには，他の市場に目を向け，その危機を市場拡大の機会に変える戦略を採ることが重要だと言えるのではないだろうか。既存市場に籠もっていても先細りである。これまで価値を持っていた性能は評価されなくなり，バリューネットワークの変化によってやがて市場から追い出されてしまうだろう。自社のコンピタンスを活かして新たな価値を模索し，部品の用途を拡大していく新市場型破壊的イノベーションを起こすことで，コア部品メーカーは主力供給先市場が低迷したとしても業績を回復することができる。その際，本来は破壊的イノベーションを起こし難い既存大企業であっても，AMD が行ったように，既に十分な規模に成長した市場に用途を拡大することで，市場規模が小さく利益率が低いという課題を克服できる可能性がある。また，本論文では検証が行き届いていないが，新市場で得た利益で企

業を存続させ，持続的技術への投資も続けることで，既存市場と新市場の双方から利益を上げ，成長を続けることができるのではないだろうか。

本論文では，主力供給先市場の低迷に直面したコア部品メーカーが業績を回復し，成長を続けていくための戦略を，AMD の事例を用いて考察してきた。本論文において，半導体メーカー特有のビジネスモデルや市場環境が結論に影響を与えていることは否めない。さらなる一般化のためには，CPU 以外の様々なコア部品メーカーの用途拡大戦略も追う必要があるだろう。また，コア部品を供給している完成品市場が低迷した際，用途拡大戦略が業績の回復に有効である点は示唆し得たが，その後コア部品メーカーが成長を続けていくために必要な戦略については十分な考察を行うことができなかった。これらについては今後の課題としたい。

謝辞

最後に，本論文を作成するにあたり，終始温かく丁寧なご指導・激励をいただきました日高千景教授に心より御礼申し上げます。また，日高千景研究会の同期・後輩の皆様には，多くの建設的な議論・ご意見をいただき，日々精神的にも支えられました。ここに感謝を申し上げます。

参 考 文 献

＜書籍＞

クレイトン・クリステンセン著（2001）（玉田俊平太監修，伊豆原弓訳）『イノベーションのジレンマ』翔泳社。

クレイトン・クリステンセン，マイケル・レイナー著（2003）（玉田俊平太監修，櫻井裕子訳）『イノベーションへの解』翔泳社。

＜論文＞

Alexander Branover, Denis Foley & Maurice Steinman (2012) “AMD Fusion APU: Llano” *IEEE Micro* volume32, pp. 28–37.

Hao Wang, Ripudaman Singh, Michael J. Schulte & Nam Sung Kim (2014) “Memory Scheduling Towards High-Throughput Cooperative Heterogeneous Computing” *Proceedings of the 23rd International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques*, pp. 331–341.

Michael L. Katz & Carl Shapiro (1985) “Network Externalities, Competition, and Compatibility” *The American Economic Review* Vol. 75, No. 3 (jun., 1985), pp. 424–440.

Perenchuk O.Z. (2017) “THE CHEAPEST AND MOST POWERFUL MICROPROCESSOR?”（全ウクライナの学生科学技術会議「自然と人間科学。現在の問題」），p. 60.

Yera Kong (2019) “Do Female Employees Influence Firm’s Performance in South Korea?” ソウル国立大学大学院（修士論文）。

東正志，横井克典（2013）「部品サプライヤー特性の産業間比較」『社会科学』第 43 巻 1 号，pp. 27–48。

＜雑誌記事＞

竹居智久，根津禎「「プロセサに多くの独自技術」，PS4 の開発責任者が語る パソコンを土台に GPCPU 向けの工夫を盛り込む」『日経エレクトロニクス』2013 年 4 月 1 日号，pp. 12–13，日経 BP 社。

竹居智久「異種プロセサ活用，待ったなし　第 1 部＜総論＞適材適所のプロセサ活用が危機の処理性能を左右」『日経エレクトロニクス』2013 年 3 月 4 日号，pp. 32–38，日経 BP 社。

竹居智久「AMD が次期プロセッサで CPU と GPU のメモリを統合　ヘテロジニアス・コンピューティングの用途拡大へ」『日経エレクトロニクス』2013 年 11 月 25 日号，p. 10，日経 BP 社。

竹居智久「プロセサはマルチ×マルチへ　GPU の混載に活路，汎用プロセサが SoC 化―第 1 部＜同種から異種へ＞」『日経エレクトロニクス』2007 年 10 月 8 日号，PP. 50–55，日経 BP 社。

西剛伺「CPU と GPU を効率良く連携　性能を引き出す HSA の強み」『日経 WinPC』2014 年 3 月 3 日号，pp. 128–131，日経 BP 社。

根津禎「苦境に立つゲーム機　周辺機器などに活路―ゲーム業界の展示会「E3 2013 から」『日経エレクトロニクス』2013 年 12 月 23 日号，pp. 43–50，日経 BP 社。

東将大「特集　分解対決　PlayStation5 VS. Xbox Series X：理詰め設計の PS5，力業の Xbox」『日経ものづくり』2021 年 2 月号，pp. 67–75，日経 BP 社。

本間文「AMD が期待する APU「Fusion」とは何か？」『日経 WinPC』2010 年 9 月号，pp. 86–87，日経 BP 社。

＜ウェブサイト＞

AMD 公式ホームページ https://www.amd.com/（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

David Bennett「AMD APU 発売 5 周年を振り返る」マイナビニュース，2016 年 5 月 2 日 https://news.mynavi.jp/kikaku/20160502-a002/（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

Dell 公式ホームページ https://www.dell.com/ja-jp（最終閲覧日 2021 年 12 月 6 日）

Gartner 公式ホームページ https://www.gartner.com/en（最終閲覧日 2021 年 10 月 27 日）

Hewlett-Packard 公式ホームページ https://www.hp.com/jp-ja/home.html（最終閲覧日 2021 年 12 月 6 日）

Intel 公式ホームページ https://www.intc.com（最終閲覧日 2021 年 12 月 6 日）

Jonathan Skillings（緒方亮，高森郁哉，大熊あつ子訳）「AMD，製造部門の分社化を正式発表」CNET Japan，2008 年 10 月 8 日 https://japan.cnet.com/article/20381649/（最終閲覧日 2021 年 10 月 24 日）

Lenovo 公式ホームページ https://www.lenovo.com/jp/ja/（最終閲覧日 2021 年 12 月 6 日）

PassMark Software 公式ホームページ https://www.passmark.com（最終閲覧日 2021 年 12 月 6 日）

PlayStation 公式ホームページ https://www.playstation.com/（最終閲覧日 2021 年 10 月 27 日）

Steam Deck 公式ホームページ技術仕様 https://www.steamdeck.com/ja/tech（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

Xbox 公式ホームページ https://www.xbox.com/（最終閲覧日 2021 年 10 月 27 日）

麻倉怜士「【麻倉怜士・PS4 発表会報告】プレイステーション 4 は PC アーキテクチャのスペシャル・チューン」日経クロステック，2013 年 2 月 22 日 https://xtech.nikkei.com/dm/article/NEWS/20130222/267517/（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

大原雄介「x86 初期から K5 まで AMD の歩みを振り返る」ASCll.jp，2010 年 8 月 9 日 https://ascii.jp/elem/000/000/545/545255/（最終閲覧日 2021 年 10 月 24 日）

後藤弘茂「なぜ PlayStation4 は AMD アーキテクチャを使ったのか」PC watch，2013 年 2 月 26 日 https://pc.watch.impress.co.jp/docs/column/kaigai/589315.html（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

鈴木英子「Intel，2012 年 Q4 決算は減収減益，市場予測を上回るが弱気な見通し」日系クロステック，2013 年 1 月 18 日 https://xtech.nikkei.com/it/article/NEWS/20130118/450425/（最終閲覧日 2021 年 12 月 4 日）

任天堂公式ホームページ https://www.nintendo.co.jp（最終閲覧日 2021 年 10 月 27 日）

前田佳子「“PC の負け組”あの AMD が苦境を脱却 ?―グローバル事業統括リサ・スー副社長が語る新戦略」東洋経済，2014 年 4 月 16 日 https://toyokeizai.net/articles/-/35496?page=2（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

山田剛良「【特別企画】歴代家庭用ゲーム機を軒並み分解―TGS2008」日経クロステック，2008 年 10 月 9 日 https://xtech.nikkei.com/dm/article/NEWS/20081009/159404/（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

“AMD Financial Analyst Day” 2009 年 11 月 11 日 https://www.slideshare.net/AMD/amd-financial-analyst-day（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

“AMD Fusion APU Codenamed “Llano” Demonstrated at 6th Annual AMD Technical Forum & Exhibition 2010” AMD，2010 年 10 月 19 日 https://ir.amd.com/news-events/press-releases/detail/189/amd-fusion-apu-codenamed-llano-demonstrated-at-6th-annual（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

“AMD to Create Tailored Products Integrating Customer-Specific IP Though Semi-Custom Business Unit” AMD, 2013 年 5 月 2 日 https://ir.amd.com/news-events/press-releases/detail/138/amd-to-create-tailored-products-integrating（最終閲覧日 2021 年 10 月 17 日）

「HP Home PC シリーズ総合カタログ 2012.3」https://jp.ext.hp.com/lib/doc/catalog/notebook/jdn11976_01.pdf（最終閲覧日 2021 年 12 月 4 日）