

上智大学経済学部
網倉ゼミ 卒業論文

素材産業業界の破壊的イノベーション に対する鉄鋼メーカーの行動指針

A1041719 辻川直輝
2015年1月13日提出

【目次】

・はじめに

・仮説

・検証

1.持続的イノベーションと破壊的イノベーション

－1.持続的イノベーション並びに破壊的イノベーションと業界トップ企業の相性

－2.鉄鋼メーカーの破壊的イノベーションに対する不安要素

2.破壊的イノベーションへの対応

－1.資源依存

－2. 組織の規模を市場の規模に合わせる

－3.市場の開拓

3.製品群

－1.鉄鋼製品

－2.炭素繊維系製品

4.鉄鋼メーカーと新素材メーカーの競争

－1.顧客層

・結論

・おわりに

・参考文献

【はじめに】

本論文ではエンドユーザー向けの製造業（例：食料品や衣料品）ではなく、素材産業業界における破壊的イノベーションを考察する。その上で、素材産業を他産業に材料を供給する鉄鋼、非鉄金属、化学、繊維、石油などの川上に位置する産業と定義している。

私の内定先である新日鐵住金株式会社は上記素材産業業界の雄として戦後から現代にいたるまで業界のトップを走ってきた企業である。しかしながら、イノベーションのジレンマ（著：クレイトン・クリステンセン）には業界トップの優良企業は正しい経営的選択を続けたとしても、技術や市場の破壊的イノベーションに直面した際に市場のリーダーシップを失ってしまう現象があると記されている。なぜそのような現象が起きるのか、またそのような現象に直面した際に変遷してゆく市場に抗う術はあるのか、ということが本テーマを選んだきっかけである。

また、本論文は「鉄鋼業は今後、社会の成熟に則して新素材に取って代わられる斜陽産業なのか」という問いかけからスタートしたものであるため、業界を素材産業業界、競合他社を新素材メーカー（主に炭素繊維素材メーカー）、分野を自動車部品に限定しており、参考文献である「イノベーション」の三部作に合ったミニミルによるローエンド型市場破壊には言及していない。

いつまでもテーマも決めずにニヤニヤとしていた私を「日本で鉄が売れなくなってきた理由とは何か」という問いかけから本テーマに導いて下さり、入社前に製造業についての造詣を深める機会を下さった網倉先生に格別のご感謝を申し上げます。

【仮説】

素材産業業界では破壊的イノベーションが起こり、今後鉄鋼メーカーは素材産業業界のトップの地位を他の新素材メーカー（東レや帝人）にそのポジションを奪われる。

売上高、経常利益、粗鋼生産量のどれもが年ごとの景気の影響を受け多少の浮き沈みがあるものの堅調な成長を遂げている鉄鋼メーカーであるが、二十一世紀の素材といわれる炭素繊維等の新素材の素材産業業界に起こす破壊的イノベーションによって、その成長が阻まれ競争に敗れるのかどうかを

- ・イノベーション
- ・鉄鋼、炭素繊維を素材としている製品

から推測していく。

【検証】

1. 持続的イノベーションと破壊的イノベーション

イノベーション（技術革新）には二通りのものがある。

- ①顧客の評価基準に沿って性能を向上させる技術革新
- ②旧来顧客の性能の評価基準と全く違う所を向上させる技術革新

1.1 持続的イノベーション並びに破壊的イノベーションと業界トップ企業の相性

持続的イノベーションにおいて、実績のある企業は新規参入企業に大きな優位性を持っているといえる。しかし、破壊的イノベーションにおいてはそうではない。業界トップの企業は破壊的イノベーションによってもたらされた新技術の導入には後手にまわることが多い。この新技術の導入の成功と失敗を分ける原因をそれぞれの企業の価値の測定基準という概念から検証していく。

業界トップの企業は過去の売り上げの内訳の推移や顧客からの VOICE から顧客の支持する価値の測定基準を推測し、その基準に則した技術開発が利益に結び付くかどうかを考慮した上で資金を投入する。そのため利益に結び付くとみなされない技術はないがしろにされる傾向があり、結果的に持続的イノベーションが採用される。

しかし、破壊的イノベーションとは従来の性能評価基準とは別の観点で見た性能の技術革新であるため業界トップの企業は新技術導入の際に後手にまわる。また、新技術の市場が確立されていくに従ってその破壊的な特徴は薄まり、従来の価値の測定基準で評価しても遜色のない性能を持つ商品が出来るため、業界トップの企業はその地位を追われる。

1.2 鉄鋼メーカーの破壊的イノベーションに対する不安要素

この話を素材産業並びに鉄鋼メーカーに当てはめた場合、以下の点が鉄鋼メーカーの破壊的イノベーションの採用を妨げる要因になると推測される。

- ・ 素材産業業界における鉄鋼メーカーの実績
- ・ 鉄鋼という商材の確立された価値の測定基準
- ・ 取引先のニーズに合わせた鉄鋼生産

これらの要素を踏まえ、鉄鋼メーカーは破壊的イノベーションによる新技術の導入に対して脆弱であることが推測される。

2.破壊的イノベーションへの対応

破壊的イノベーションに対抗するための五つの原則は以下が挙げられる。

- ①破壊的技術を開発し、商品化するプロジェクトを、それを必要とする顧客を持つ組織に組み込んだ。
- ②破壊的技術を開発するプロジェクトを小さな組織に任せた
- ③破壊的技術の市場を探る過程で、失敗をわずかな犠牲でとどめるよう計画をした。
- ④組織の中で破壊的技術に適した価値基準やコスト構造を持つ違ったやり方を作り出した。
- ⑤破壊的技術を用いた製品の商品化の際には、破壊的製品の特長が評価される新しい市場を見つける、もしくは開拓した。

2.1 資源依存

企業の行動は顧客のニーズの範囲内に限定されている。その顧客のニーズを満たしていくという一定の方向性（顧客による価値判断基準）を持った技術開発をする企業は破壊的イノベーションに向かう舵を取ることが出来ない。これは企業が依存する資源を提供するのが顧客であるがゆえに、企業の行動や進路を決定するのは顧客（外部の力）であるとする資源依存という考え方に準拠している。これは社内的に意思決定をすると見做されているマネジメント層が破壊的イノベーションの際に企業を別の方向に導こうという構想を立てたとしても、競争の末に業界トップとなった企業の顧客ニーズに応えるという行動指針決定のプロセスによって、その意思決定が拒絶されることを意味する。

この状況下において、企業が破壊的イノベーションによる市場の変遷に立ち向かうためには以下の二つの方法がある。

- ①顧客の反発をものともせず、長期的戦略から収益性の低い技術への投資を断行する
- ②独立した組織を作り、その技術を必要とする新しい顧客の中で活動させる

新日鐵住金株式会社の場合、関連グループ会社で鉄鋼以外の素材産業にも着手をしているため、②の方策を取っていると言える。

2.2 組織の規模を市場の規模に合わせる

企業が大きいまま小規模な市場に参入していくことは、前項の資源依存の考えから収益性が見込めないと判断する外部の力によって阻止させることがある。この問題には、企業は破壊的技術を目的とするプロジェクトを小規模な市場の機会にも十分関心を持てるほど小規模な組織に組み込むという手段で対処する。

破壊的イノベーションの起こった市場において、先駆者には莫大な利益がもたらされることになるが、大企業は市場への参入に出遅れることが多い。これには将来的に大きな利益を生むことが予測される市場であったとしても、新しい市場が小規模の内には大企業の求める収益性がないという理由がある。このような大企業にとって、その時点では魅力のない市場に参入するためには前述の通り小規模な組織を作り、市場を開拓していかなければならない。

2.3 市場の開拓

破壊的イノベーションによって生じる新規市場は持続的イノベーションと同様の手段によっては発見されない。持続的イノベーションは顧客の意見を抽出することによって方向性を定めることが出来るが、破壊的イノベーションにはこの手法は不向きである。

新しい市場の成長予測は何の前情報も存在しないため非常に不透明であることが多い。このような市場を開拓する上で重要になってくることは、資源の配分である。市場の規模や正しい戦略が見えてこない内から、先駆者になるためもしくは市場の成長を牽引するために資源を投入してしまうと、資源投入の戦略やタイミングが間違っていた際にプロジェクトが失敗に終わってしまう。新しい市場の開拓のためには、複数回の事業計画の変更や試行錯誤に耐えられるほどの十分な資源を残しておくことが重要となってくる。

この破壊的イノベーションで開拓される市場には二つの種類がある。ひとつが新市場型破壊といわれる無消費であった顧客層へ向けた製品の開発、もう一つがローエンド型破壊といわれる従来の市場の低階層へ向けた製品の開発である。

特徴	持続的イノベーション	ローエンド型破壊	新市場型破壊
製品やサービスの目標性能	最も要求の厳しい顧客が最も重視する属性における性能向上。これには、漸進的または画期的な向上が含まれる	主流市場のローエンドにおける従来の性能指標に照らして十分良い性能	従来型の属性では性能が劣るが、新しい属性（特に単純で便利なこと）での性能向上
目標顧客または用途市場	性能向上に対価を支払う意思のある、主流市場の最も魅力的な（最も収益性の高い）顧客	主流市場のローエンドに在る、過保護にされた顧客	無消費をターゲットとする。つまり製品を購入、使用するために必要な金やスキルを持っていなかった顧客
どのようなビジネスモデル（プロセスやコスト構造）が必要になるか	既存のプロセスやコスト構造を活用し、現在の競争優位を十分に生かして、利益率を改善または維持する	運営面または財務面もしくはその両方における新しいアプローチ。低い粗利益率と高い資産活用率をさまざまに組み合わせることによって、市場のローエンドでビジネスを得るために必要な低価格でも魅力的な利益率を得る。	販売単位当たり価格が低く、当初は単位生産量が少なくても、儲けが出るようなビジネスモデル。販売単位当たりの粗利益率額はかなり低くなる。

次の章では鉄鋼メーカーの製造する製品から従来の顧客層を推測し、無消費である顧客層とローエンド層がどのようなものであるかを考察する。また同様に、新素材メーカーの製造する製品とどのような競合をしているのかも考える。

3.製品群

3.1 鉄鋼製品

鉄鋼製品にはこれらの製品がある。

・棒鋼、線材

自動車・産業機械用のエンジン、ボルトやナットの構造部材、船舶用のチェーンに使用される丸棒。コンクリートとの付着性を確保するために円周の表面に凹凸状の節とリブをつけ、コンクリートの補強用に使用される異形棒鋼。伸線・熱処理を行うことでワイヤロープやタイヤ用コードに加工される他、針金や金網、なまし鉄線、釘、ボルト、ナットなどの素材、鋼材を接合する際の溶接用材料として使用される線材。自動車のエンジンバルブ・サスペンション等に使用されるばね鋼線材。スチールタイヤコード用線材。産業機械用のばね等に使用されるピアノ線材。

・形鋼

形鋼は目的ごとの様々な断面形状を持ち、建築物の構造材などに使用される。建築や橋梁、地下鉄、船舶などに利用される構造採用 H 形鋼。岸壁や橋梁、建築物、高速道路などに利用される基礎抗用 H 形鋼。それらの高張力、耐候性、耐食性を発揮しつつ、構造物の軽量化やコスト低減に貢献する外法一定 H 形鋼や計量 H 形鋼。鉄塔、建築産業機械、船舶や門や柵の枠、金網の枠、ロッカーの取り付け金具に使用される山形鋼。船舶、車両、建築、機械などの組枠、車体フレームに使用される溝型鋼。トンネル工事の枠として使用される抗枠鋼。

・レール

JR の新幹線や在来線、私鉄各社の鉄道に使う鉄道用のレールに用いられる。

・鋼矢板

土木建設工事現場の土止めの囲いや地下水、海水の流出流入や漏れを防ぐ。圧力や腐食に耐えられる鋼材であり、最近では表面にポリエチレン系やウレタン系樹脂でコーティングをして腐食を防ぐ鋼矢板の生産も始まっている。

・熱押製品

建築材料や機械部品などに用いられる。製品 1 つごとの寸法形状を変えることができるため、最小ロット 1 本から作ることが出来る。個別のオーダーメイドにも対応できるという特色を持ち、また加工しにくい高合金鋼も加工することが出来る。

- ・厚板

船舶、海洋構造物、建築、橋梁、建設機械、タンク・圧力容器、発電プラント、化学プラントなどの用途に使用される。特殊環境下で使われることが多いため、様々なニーズに応えられるように製品には改良が常に行われている。

- ・熱延鋼板

バスやトラックなどの大型車両、鉄道車両、容器、橋梁、屋根材、ガードレール等の用途で用いられる。また、鉄鋼加工メーカーに送られて再加工素材となる。

- ・冷延鋼板

自動車や電気機器、鋼製家具の最終製品として使われる。また、一部はブリキ、亜鉛メッキ鋼板用の素材としても用いられる。

- ・亜鉛メッキ鋼板

耐食性、塗装性、溶接性に優れているため、自動車のボディー等に利用されており、衝突安全性に関する改善が重ねられている。

- ・ブリキ

コーヒー缶やツナ・フルーツ缶等の様々な用途に用いられている。近年は環境保全やコストダウンのニーズに応じて軽いけれども丈夫な製品の開発をしている。

- ・高機能メッキ鋼板

建築資材などの製品を製造するメーカーが加工の後に行っていた塗装処理に代わって、加工に耐えられる塗装処理を鋼板メーカー側で事前に施している製品。従来は、主に屋根、建築物の内外装材に使用されていたが、塗装技術の向上や塗装薬剤が開発されたことにより、オーディオなどの家電製品などにも幅広く利用されるようになっている。

- ・電磁鋼板

磁気特性と電動特性に優れている。大型発電機、変圧器、家電製品のモーターなどの電気機器類の鉄心として利用されている。最近ではハイブリッドカーのモーターの心臓部に採用され省エネルギー自動車に欠かすことのできない部品として高い評価を受けている。

・鋼管

用途は水道管やガス管などの身の回りのものから、化学プラント、火力・原子力などの発電プラント、土木・建築、各種産業機械まで多岐に渡る。自動車管、構造管・プラント用鋼管・ラインパイプ等に用いられる電縫鋼管。石油・ガスパイプラインに用いられる厚板を基にした継ぎ目が内外から溶接された UO 管。鋼管杭・水道用鋼管として利用される広幅帯鋼をらせん状に巻いて作られたスパイラル鋼管。石油・ガスの採掘や採取、高圧容器などに使用される継ぎ目のないシームレス鋼管。

・ステンレス

鉄とクロムの合金。優れた耐食性、低温特性、耐熱性、加工性、意匠性を持ち、ニッケルやモリブデンなどの合金元素を付加することで材料の性質を調節することが出来、厨房用品、建材、鉄道車両などに用いられるオーステナイト系、建築内装などに用いられるフェライト系、機械部品、刃物などに用いられるマルテンサイト系の3つに大別される。

・チタン

化学工業、電力、土木・建材、自動車等の幅広い分野で用いられている。軽く強く耐食性に富み、加工性にも優れている。また、発色特性による装飾性、人体組織への無害性からも 21 世紀の素材として評価が高い。

これらのように鉄鋼は用途も広く顧客ニーズに応える発展をしてきているといえる。次は新素材である炭素繊維について考察する。

3.2 炭素繊維系製品

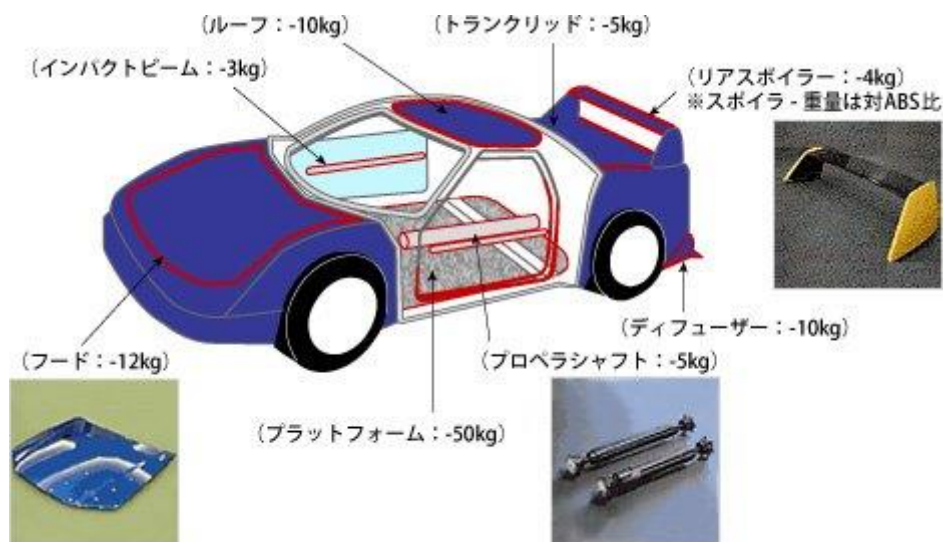
炭素繊維は重量が鉄に比べて4分の1であるのに対して、強度は10倍であるという素材である。また、疲労しない、錆びない、化学的・熱的に安定という様々な特性を持ち、厳しい条件下でも特性が長期的に安定した信頼性の高い材料として以下の製品に用いられている。

・カーボン長繊維材料

ノート型パソコンやデジタルカメラ等の電子機器筐体、精密機器の内部構造部材等幅広い用途に使用されている。特徴としては鉄よりも軽いということ、耐衝撃性が高いこと、成形収縮率が低く形が損なわれにくいということが挙げられる。

・自動車部品

ボンネットフードやリアスポイラー、プロペラシャフト等に炭素繊維強化プラスチック製品は使われている。特徴としては鉄よりも軽いということ、また鉄に比べて材料疲労性、耐腐食性、耐油性、耐薬品性にも優れている。



(参照 : http://www.torayca.com/lineup/composites/com_011.html)

・土木建材

鉄道高架用高欄に用いられている。耐久性が優れており、腐食に対しても強い
ため、ひび割れや剥落する事がなくメンテナンスにかかる費用が軽減される。
また、軽量であるため、工期の短縮並びに工費の軽減に貢献することが出来る。
意匠性も高い。

これらのことから顧客のニーズに合わせて技術開発を行ってきた鉄鋼であるが、
より技術革新性の高い炭素繊維に、現状は自動車部品等の限定的な範囲であるが
シェアを奪われていることがわかる。しかし、これはローエンド型破壊で鉄鋼メ
ーカー側が非採算性事業を取捨選択で切り離した結果のものではない。なぜなら
ば自動車用の部品は今現在でも鉄鋼メーカーの主要の事業であるからである。ま
た、自動車部品素材の市場において破壊的イノベーションが起きているのならば
上位市場は下位市場に駆逐されるはずであるが今現在なぜこのような奇妙な共存
関係になっているのかということ考察する。

4.鉄鋼メーカーと新素材メーカーの競争

4.1 顧客層

まず始めに、炭素繊維素材メーカーが鉄鋼メーカーにとってのどのような顧客層に向けて製品を開発したのかを考える。顧客は以下の三種類に大別することが出来る。

- ①製品を消費していない顧客や、製品を不便な環境で消費している顧客
- ②製品を消費しているが、ニーズが満たされていない顧客
- ③製品を消費しているが、ニーズが必要以上に満たされている顧客

次に自動車部品における鉄鋼素材から炭素繊維素材への移行は顧客のどのような考えに依存するのかを考える。

- ①製品を消費していない顧客や、製品を不便な環境で消費している顧客

より軽さを求める自動車部品メーカーの顧客が鉄鋼製品を不便な環境で消費、もしくは自動車部品にとって最適となる部品としての炭素繊維素材を消費していなかったとすると、炭素繊維素材メーカーは無消費者の獲得を狙って新市場型破壊的イノベーションを生み出していると言える。しかし、新市場型破壊的イノベーションが起きた際の新規製品が既存製品に勝利するための条件は、機能面での劣勢を上回る利便性、カスタマイズ性、低価格という特性で、新しい顧客や利用環境に根付くことである。鉄と炭素繊維をこの評価軸に照らし合わせると、機能面では強度、軽さ、耐食性から炭素繊維は鉄より優れているが、利便性、カスタマイズ性（用途の多様さこれからこれら二つを複合的に判断出来る）、低価格性は鉄の方が優れている。このことから、新素材が鉄鋼素材市場にとっての新市場型破壊的イノベーションであったとしても市場を追われるという心配をする必要はないと考える。しかし、今後工場の設備等の環境の整備により用途の多様さと低価格性において（機能面の優位を考慮した上で）鉄鋼素材と遜色のない水準までそれらの競争ネックを克服することが出来た場合は市場を追われてしまうと推測することが出来る。

②製品を消費しているが、ニーズが満たされていない顧客

次に鉄の持続的イノベーションの先に炭素繊維素材がハイエンドの顧客層に支持される素材として存在する可能性について考える。通常の市場の広がり方は、ハイエンドに支持された製品が徐々に主流市場に広がっていくというメカニズムをとるが、炭素繊維系素材はこのメカニズムには乗っ取っていないと考える。

従来からF1のスポーツカーには鉄よりも軽量な炭素繊維素材が用いられてきた。このことから、顧客は鉄の持つ重さという価値評価判断基準に満足することが出来ていなかった層であると仮定することが出来る。しかし、技術があるにもかかわらず乗用車に炭素繊維素材が用いられてこなかったことにはスポーツカーとその他の自動車の顧客の層が合致していないという理由が背景にはある可能性がある。これはそれぞれの企業にとっての先進顧客が異なっているということであると言える。このような状況下ではそれぞれが差別化戦略、コスト競争戦略の下で持続的イノベーションをすすめる。

もしくは、素材産業はエンドユーザー向けの製品を開発していないため、自動車部品の顧客がイナートであり、スポーツカーの部品がアラートであることが理由にある可能性もある。

③製品を消費しているが、ニーズが必要以上に満たされている顧客

観点を少し変えることで、新素材こそが顧客の使いこなすことのできる性能以上の過剰な製品であり、コモディティ化が進んだ結果が鉄鋼素材であるとも考えることが出来る。過剰満足の市場ではイノベーションによって新しい成長市場を生み出すことは出来ないが、ローエンド型破壊的イノベーションを用いて、市場上位の過剰満足を生み出している企業の最も要求の少ない顧客層に足がかりをつくることで新たな成長市場を創造することが出来る。

5.結論

素材産業業界における破壊的イノベーションが炭素繊維系素材なのか、鉄鋼素材なのか、もしくは顧客のニーズの発展によって従来鉄鋼が主流を占めていた素材市場に破壊的技術として新素材が歓迎されているのかは今回の検証ではわからなかった。しかし、それらを以下の三点として場合分けするとイノベーションの理論から今後の鉄鋼メーカーがどのように行動していくか（または今模索しているか）が少しわかった。

①素材産業業界における破壊的イノベーションが炭素繊維系素材の場合

この場合、炭素繊維系素材は新市場型破壊的イノベーションによって市場に出現したと考えることが出来る。鉄に比べると割高であるという側面を持ちつつも、その強度や軽さという評価基準を重視する市場（スポーツカーの部品、飛行機の翼）への導入を足掛かりにして鉄の従来市場を侵食してくる。しかし、鉄鋼業界の破壊的イノベーションに対する脆弱性を知っている経営陣は同新素材産業を追求する小規模組織をスピノフしている。

②素材産業業界における破壊的イノベーションが鉄鋼素材の場合

この場合、過剰満足の顧客に対してのローエンド型破壊的イノベーションが鉄鋼素材であると考えることが出来る。このことから炭素繊維系素材は鉄よりも強度と軽さにおいて優位性を保っているが、それほどの強度を必要としないかつ、より低価格性を重視する市場に受けていると推測することが出来る。ローエンドから参入する企業はハイエンドにいる企業と異なり低い利益率でも儲ける手法を知っているので、上位市場にいる企業から業界首位の座を奪うことが出来る。

③顧客のニーズの発展

鉄鋼業界が持続的イノベーションを推進し、より軽くより丈夫な鉄へと改良を続けた結果、鉄の性能を越える軽さと頑丈さを求める先進顧客が誕生し、その層に向けて炭素系新素材がアプローチをかけることで素材市場に新素材が破壊的技術として導入されたと考えることが出来る。先進顧客は優れた製品には値段を惜しまずに消費をする層であるため、その層に対して企業は高い利益率で商売をすることが出来る。しかし、素材産業というエンドユーザーから遠い位置にいる産業にとってそのようなアラートな先進顧客はその他のイナートな顧客に比べて少ないことが推測される。

これらのことを踏まえ、結論として素材産業において破壊的イノベーションがおきたとしても、企業がかじ取りを誤らなければ業界トップは守られると言える。

6.おわりに

今回、イノベーションについて学んでいく中で興味深かった部分がある。それは正しい選択をする企業が破壊的イノベーションになすすべもなく敗れて行ってしまうということだ。

これは私にとって驚くべきことであり、見が引き締まる警告文でもあった。本論文の考察では、鉄は今後も素材産業業界の中心にいるだろうという推測を立てたが、技術進歩によって新素材が価格や利便性というネックを解消できれば本当に鉄が不要な世の中が来るかもしれないからだ。

冒頭でも記したことであるが、製造業に事務系総合職として入社する身として、この領域を学習することが出来てよかったと思っている。参考文献であるクレイトン・M・クリステンセンのイノベーション三部作はどれもとても難しく、「行間を読む」ことは出来なかったが、社会に出た暁には、この理論の理解を実務を通して深めていきたいと思っている。

また、今回のこの論文が（春のゼミ合宿での発表を除いて）網倉ゼミのゼミ生としての最後の活動である。ゼミでの学習も先生の質問も私にとっては難解なものがとても多く、頓珍漢な私に先生は失望されることが多かったかもしれないが、普通の人より長く過ごした三年間のゼミは他の集団で感じることのできない知的な刺激に溢れた空間であり、先生からの問いかけは創造の方法学で言う所の残余カテゴリーを行き当たりばったりで生きてきた私にとって、初めてのサーチライトの手がかりであった。

最後になりますが、本当に網倉ゼミに入ってよかったです。ありがとうございました。拙い論文ですが、これで終わりとします。

7.参考文献

イノベーションのジレンマ 技術革新が巨大企業を滅ぼすとき

(著：クリストン・クリステンセン 監修：玉田俊平太 訳：伊豆原弓

発行所：株式会社翔泳社)

イノベーションへの解

(著：クリストン・クリステンセン/ マイケル・レイナー 監修：玉田俊平太

訳：櫻井裕子 発行所：株式会社翔泳社)

イノベーションの最終解

(著：クリストン・M・クリステンセン/ スコット・D・アンソニー/

エリック・A・ロス 監修：玉田俊平太 訳：櫻井裕子 発行所：株式会社翔泳社)

鉄と鉄鋼がわかる本

(編著：新日鐵住金株式会社 発行所：株式会社日本実業出版社)

新日鐵住金株式会社 企業 HP

(<http://www.nssmc.com/>)

東レ株式会社 企業 HP

(<http://www.toray.co.jp/>)

JCMA 炭素繊維協会 HP

(<http://www.carbonfiber.gr.jp/>)