

# 高知工科大学での古紙再利用に関する研究 - オリジナルトレットペーパー 制作可能性検証 -

建設マネジメント研究室  
指導教員 草柳 俊二 教授  
1100439 松本 一世  
高知工科大学 工学部 社会システム工学科

近年、環境問題が大きな問題となっている。現在、日本政府は、2020年までにCo2排出量20%削減を目標に掲げている。環境問題は人類に最も重要な課題であり、且つ、身近なものとなってきた。本研究は、環境を考慮した大学等の教育機関での取り組みとして、「環境を考えた資源の有効活用」をテーマに実際に効果の出る提案を目指したものである。具体的に課題として、高知工科大学における使用済みの用紙をトレットペーパーに再生するプロジェクトに関して取り組んだものである。

## 1. 序論

### 1.1 我が国における環境への取り組み

近年環境保全の高まりで、メディアなどを通じて環境問題について耳にするようになり、日本政府は2020年までにCo2排出量20%削減を掲げている。地球温暖化の問題は日本のみの問題ではない。温暖化は地球規模の問題である。世界人口は2010年現在約69億人であり、2045年には90億人を超えると予想されている。人口の増加と共に廃棄物といわれる部類のものが年々増加してゆく。これに対して、要求されてくるのが増えた廃棄物の処理問題である。

現在廃棄物の量は日本全体で約10万1千t排出されている。

本研究では身近な廃棄物である紙についての再生方法や再利用方法に着目し、最適な再利用方法について考え直した。

### 1.2 Co2に関する調査

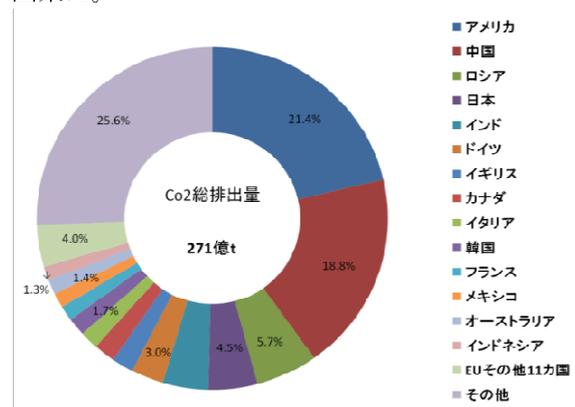
Co2の増加により危惧されているのが地球温暖化とされている。地球温暖化は地球環境をゆるがす問題である。特にCo2の急増は地球温暖化の最も大きな問題であり、地球環境を壊し、異常気象や自然生態系、農業への影響などが心配される。

現在の世界には人類の生存基盤である地球を守るため、早急的な世界中の人々の取り組みが必要である。

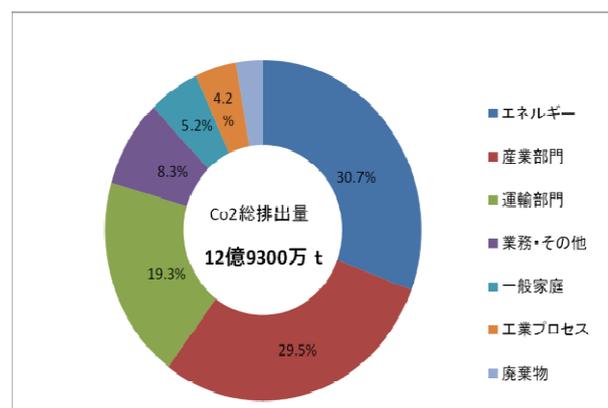
次に以下のグラフは世界におけるCo2の排出量について表したグラフである。本研究では環境問題にも疎通している為に環境問題の大きな課題であるCo2の量についてのデータも参照してみることにする。グラフを見てみるとわかるように、上位に入っている国は発展国が多い。日本も今や、世界有数の発展国である。発展しているからこそ排出量も多いのかもしれないが、それ故にしっかりと処理もする必要があるのではないかと感じた。

上でも述べたが、世界的な規模の問題となってきた

た今、発展国は地球のためにもCo2排出量を抑えたいと欲して且つ環境に優しい取り組みに着手する必要性があるのではないかとこのグラフからは読み取ることが出来た。



グラフ1-Co2排出量(世界)



グラフ2-Co2排出量(日本)

<http://rikanet2.jst.go.jp>

日本政府は2020年までにCo2排出量を20%削減と掲げているが実際どのくらいの量を排出しているのか調査してみた所全世界でCo2の排出量は、一位はアメリカ(58.0億t)、中国(50.9億t)、ロシア(15.4億t)

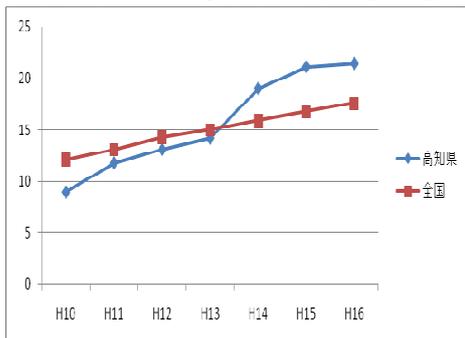
と続いて日本(12.9億 t)は世界で四位であった。(グラフ-1) 日本のCO2排出量は12億9300万 t の内50%以上を工業、産業部門で排出している。(グラフ-2)

## 2. 廃棄物に関する調査

### 廃棄物に関する調査

#### 2.1. 一般家庭廃棄物

一般家庭廃棄物の定義として、家庭から排出される廃棄物の家庭一般廃棄物(35,724,000t/年)、事業所から排出される産業廃棄物以外の廃棄物の事業一般廃棄物(15,092,000t/年)があり、高知県内での、リサイクル可能物はビン、ペットボトル、アルミ・スチール缶、鉄・アルミ類、紙類、乾燥生ゴミ、乾電池、水銀を含むゴミ(310,000t/年)でありリサイクル不可能物は普通ゴミ、粗大ゴミであるが、リサイクル可能物は、再生利用(67,000t/年)減量化(205,000t/年)最終処分量(38,000t/年)されており、リサイクル不可能物は、熔融処理や資源化(メタル・金・銀等)されている。一般家庭廃棄物のリサイクル率は年々上昇してきており、平成12年1月にダイオキシン類対策特別措置法が施行され平成16年には全国平均で17.6%、高知県で21.4%になっている。グラフから見てわかるように、高知県は全国でも、積極的にリサイクルに取り組んでいることがわかる。



グラフ3-一般家庭廃棄物のリサイクル率

#### 2.2. 産業廃棄物

産業廃棄物の定義として、事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃えカス、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ廃、廃プラスチックその他の廃棄物。輸入された廃棄物、並びに本邦に入国する者が携帯する廃棄物であり、リサイクル可能物は、がれき類、汚泥、木クズ、ばいじん(燃えカス、灰等)(1,238,000t/年)再生利用(823,000t/年)減量化(363,000t/年)最終処分量(48,000t/年)のように処理されており、動物のフン尿(250,000t/年)だけ再生利用されていないが、フン尿は発生量が多いもの、ほぼ全量がたい肥として再資源化されている。

#### 3.3 高知工科大学における廃棄物の調査

現在高知工科大学では、一般廃棄物の処理に126万円、産業廃棄物の処理に150万円、高知工科大が九の清掃を行っている株式会社ダイセイに約2000万円合計で、年間約2,300万円の費用を使い一般廃棄物、産業廃棄物を処理している。高知工科大学内の処理までのながれとしては、パソコン、モニタ

一類は高知工科大学内のゴミステーション保管し、年に2回、2tトラック2台で専門の業者が回収し、処理されており、生ゴミは業者が直接最終処分場へ送り処理されており、新聞・雑誌類も業者が回収しリサイクルされており、缶類は専門の業者が回収した後、リサイクル可能な物と缶などに付着した不純物のプラスチックなどをのけ、車いすにリサイクルされ地域の障害者の方々に送られている。講義の資料などに使用されたコピー用紙はそのまま焼却処分されている。その為に高知工科大学において有効に再利用できる物は紙類であると考えられる。

## 3. 紙の再利用方法の検討

### 3.1 全国での利用率

まず、全国でどのくらい古紙が再利用されているか調査した結果1997年の紙類は27.2%、板紙(段ボール類)は88.3%だった。それが2005年では紙類は37.4%、板紙は92.6%と古紙の利用率は増加している。再利用という形で現状よりも更に有効に資源化できないかを目標に、本研究では再利用の用途について検討を行うこととする。



グラフ4-古紙の利用率

### 3.2 高知工科大学における検討

高知工科大学において再利用方法として、教材用のコピー用紙、教職員用の名刺、学校のパンフレット等、トイレトペーパーに再利用できないかを検討してみた。その結果、学校のパンフレット等、教職員用の名刺は、制作する為には、大規模な機材、高度な技術が必要な為、大手メーカーに依頼しなくてはならないことがわかった。最寄りに高度な技術を持っている企業がない場合には運送費などの経費や運送時間などがかかるために、学校のパンフレット等は普通紙で制作した方が安いと言える。

また、教材用のコピー用紙の制作は可能だが、法律で白度等に規定がある為、制作するにはコストがかかる。

トイレトペーパーは現在多くの企業が制作しており製作するのに問題がなかった為、可能であるとわかった。

ヒヤリング調査では、上記の製作費用の細かい情報を得ることができなかったが、トイレトペーパー

一・教材用コピー用紙・教職員用の名刺、学校のパンフレットの順番で費用がかかるという情報は得ることができた為、高知工科大学において最も有効で実現に近い再利用方法は古紙からトイレットペーパーに再利用することだと考える。

### 3.3 他大学での再利用

他大学で紙の再利用を行っている大学はないかを調査してみた結果、現在千葉商科大学、東京大学で不要になった紙をトイレットペーパーに変えて再利用していることがわかった。

現在、高知工科大学では、裏紙使用等も行われているが、紙のリサイクル活動は行われていない。すべて廃棄物として焼却処分されている。

### 4, トイレットペーパーを制作するにあたり

高知工科大学でトイレットペーパーを制作するにあたり、本学が年間どのくらいの紙類(コピー用紙や新聞紙)を購入しているのか調査した所、コピー用紙には種類があり、上質紙(B4は除く)、再生紙がある。これら二種類を含め、全サイズ合わせて年間17.549t購入しており、新聞紙は年間に0.073t、雑誌は年間に1.875t購入している。また、購入物以外(郵便物等)は、コピー用紙11.88t、新聞紙0.07t、雑誌類0.50tあることがわかった。

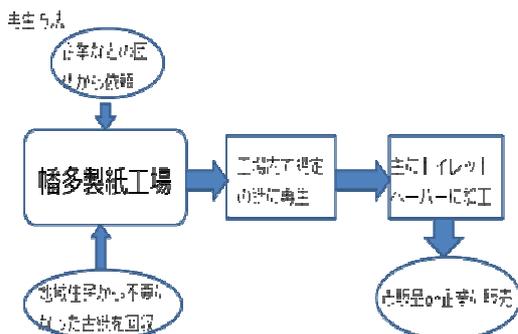
その内、古紙のように、再利用が可能なのは、コピー用紙29.43t、新聞紙0.77t、雑誌約2.38t合計32.58t/年だということがわかった。

購入物は事務局経理部からのデータを基に算出し購入物以外は、秘書室の情報を基に推測したものである。上記の結果高知工科大学では、年間約33tの古紙が再利用可能だということがわかった。

### 5, 実際に紙の再利用を行っている施設

実際に古紙を利用し紙の再利用を行っている施設が高知県四万十市にある、幡多製紙工場である。この工場は企業などの団体から依頼され地域住民から不要になった古紙を回収し工場内で規定のサイズの紙に再生し主にトイレットペーパーに加工され企業や団体に販売されていた。現在は、工場をやめ愛媛県の丸石製紙株式会社に委託しており、仲介役として活動されている。

図1— 地方製紙工場(高知県四万十市)における再生方法の流れ



### 6, リサイクル方法の提案

株式会社丸石製紙からのヒヤリング調査で、古紙の再利用率が77%ということがわかり、丸石製紙株式会社の一加工工程1.14m(幅)×8,000m(長さ)=9,120m<sup>2</sup>、使用古紙230kgに基づき、再生率77%から古紙1000kgで生産される製紙材料770kgから、トイレットペーパーをいくつ生産でき、1ロールあたりの制作費を算出したみた結果

製紙材料770kgで作成できる商品材料

$$9,120 \text{ m}^2 \rightarrow 230 \text{ kg}$$

$$\chi \rightarrow 770 \text{ kg}$$

比による算出から $\chi=3.35$ となる。

$$9,120 \text{ m}^2 \times 3.35 = 30,552 \text{ m}^2/\text{t}$$

製紙材料770kgで作成できる商品量

$$30,552 \text{ m}^2/\text{t} \div 11.4 \text{ m}^2/\text{R} (1\text{Rあたりの面積}) = 2,680\text{R}/\text{t}$$

商品製造コスト

(制作費1kg100円より)

$$77,000 \text{ 円} \div 2,680\text{R} = 28.73 \text{ 円/R}$$

1000kgの古紙からできるトイレットペーパーの量は約2,680ロールでコストは1ロールあたり制作費は28.73円ということがわかった。

### 6,1 高知工科大学で製作できるトイレットペーパー

現在、高知工科大学で年間排出されている古紙の量は約33t(33,000kg)だった為、古紙再生率77%より高知工科大学での製紙材料は、25,410kgになり、それをもとに丸石製紙株式会社の一加工工程を基に算出すると

製紙材料25,410kgで作成される商品材料

$$= 1,007,519 \text{ m}^2$$

製紙材料25,410kgで作成できる商品量

$$1,007,519 \text{ m}^2 \div 11.4 \text{ m}^2/\text{R} = 8,8379\text{R}$$

という結果になり、高知工科大学では、年間に約8,8379ロールが製作可能であるということがわかった。

### 6,2 高知工科大学でのシュミレーション

上記の項目を踏まえた上で、高知工科大学でシュミレーションを行ってみた所、現在、高知工科大学が年間に購入しているトイレットペーパーの量が約12,000ロールで、1ロールあたりの代金が約35円で、年間、高知工科大学で回収できる古紙の量は約33tその古紙を再利用し、トイレットペーパーを制作す

ると約 88,379 ロール制作可能であり、制作にかかる費用は 1 ロールあたり 28.73 円であった。以上のことをふまえてシュミレーションしてみると、各データの計算による算出方法は以下ようになる。

① 本学が一年間に使っている費用

$12,000R \times 35 \text{ 円} = 420,000 \text{ 円}$   
年間の購入数×単価

② 制作したロールにかかった費用

6,1 から製作可能なロール数=88,379

$88,379R \times 28.73 \text{ 円} = 2,539,129 \text{ 円}$   
制作可能なロール数×1 ロールあたりの費用

③ 制作したトイレットペーパーから高知工科大学で年間使用したのこりのトイレットペーパー

$88,379R - 12,000R = 76,379R$

④ 高知工科大学で残ったトイレットペーパーを大学内や県内で販売すると仮定した場合

$76,379R \times 35 \text{ 円} = 2,673,265 \text{ 円}$

⑤ 販売した場合の売上から、トイレットペーパーを制作した時の費用を引く

$2,673,265 \text{ 円} - 2,539,129 \text{ 円} = 134,136 \text{ 円}$

以上のシュミレーションの結果、高知工科大学で年間排出、焼却処分されている約 33t の古紙を利用してトイレットペーパーを制作した場合年間で約 134,136 円の利益を得ることができるとわかった。

## 8, まとめ

ここまで環境問題、高知工科大学における新たな古紙の再利用方法（オリジナルトイレットペーパー制作）の可能性の検証を行った。

実際に全国の古紙の再利用率も年々増加しているのが現状である。再利用率が増加しているということは将来も再利用は環境に対する取り組みの 1 つとして課題となる。

高知工科大学でも実際に廃棄している紙の量が 33 トンもあるが、今までこの廃棄している紙を有効に活用できていなかったというのは現状である。

そこで、本研究では、1 つの方法論として、ちり紙への再利用を考察したが、コスト面による比較からトイレットペーパーへの再生方法が優れているということが分かった。

実際にトイレットペーパーとして廃棄している紙を活用すると 88,379 ロールが作成でき、このトイレットペーパーを 1 ロールあたり 35 円で販売すると仮定すると、134,136 円が利益として考えられる（計算

により制作費用を除いたものとする）。

このように廃棄している紙類を今まで通り廃棄していくのではなく、トイレットペーパーに再生するという再生方法を本研究では提案したが、まだまだ活用する方法はあると言える。現代社会において、近年、資源の再生、有効活用の必要性が高まっている。世界単位でとらえるべき問題に対して、本大学でもこのようにできることがあるのではないだろうか。本研究で提案するオリジナルトイレットペーパーの作成というテーマをきっかけに、周囲の環境に対する関心が高まってくればと考える。

そしてこれを機に、今一度、世界全体が環境問題について見直し、一人一人が深刻な問題として捉えること、そして資源の活用方法について、環境維持について改善策を考える、それが地球の未来のために我々ができることなのではないだろうか。

## 参考文献(ウェブ)

環境省

<http://www.env.go.jp/>

地球温暖化を防止せよ！

<http://rikanet2.jst.go.jp>

日本紙工業株式会社

<http://www.nskg.co.jp>

高知県産業廃棄物協会

<http://www.kochi-sanpai.or.jp/>

## 参考文献(著書)

リサイクル幻想

武田邦彦（著）

## ご協力してくださった方々

幡多製紙工場

丸石製紙株式会社

四万十市役所

高知工科大学事務局