



セルロースナノファイバーの普及は 木材廃棄物の有効活用になるか

明治大学政治経済学部大森正之ゼミナール
3年 石盛大樹 須賀芳己

目次

- はじめに
- 第1章 セルロースナノファイバー普及の現状
- 第2章 環境負荷低減素材の普及条件は何か
- 第3章 セルロースナノファイバー普及のための政策提案
- おわりに
- 参考文献、参考URL
- 調査協力企業・団体

はじめに

セルロースナノファイバーとは？

木材から作られる植物由来の新素材！

～近い将来、木から車や携帯！？～

特徴



セルロースナノファイバー

- ① 軽くて強い
(鉄の5分の1の軽さなのに5倍の強度)
- ② 保水性に優れている
- ③ 熱膨張が少ない
- ④ 気体の遮断能力に優れている
- ⑤ 透明である



期待される用途

テーマ設定の背景①

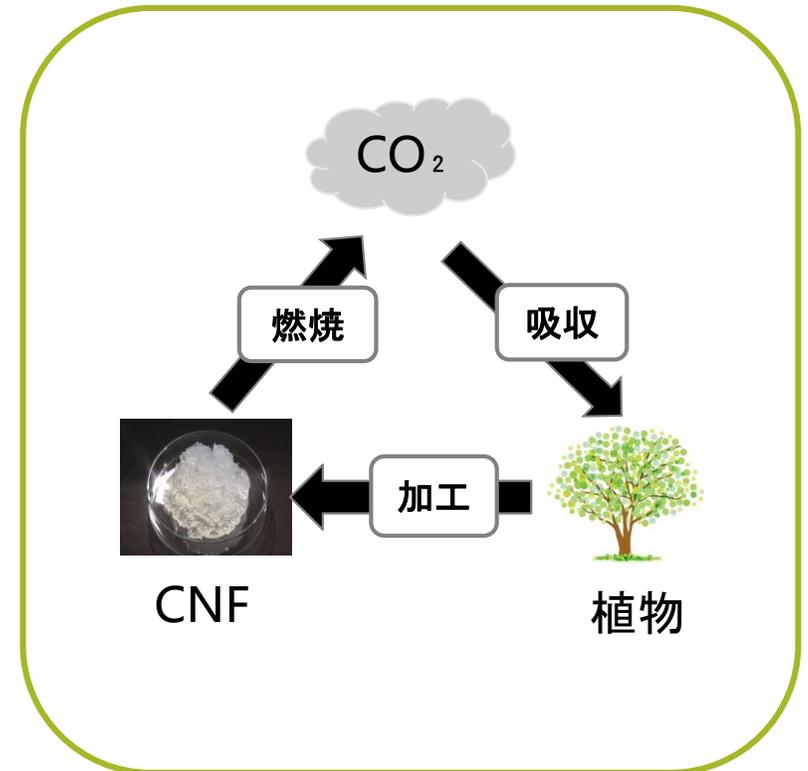
セルロースナノファイバーは環境にやさしい

環境負荷が小さい

燃焼などに伴って排出される二酸化炭素の量と元となる植物が吸収した二酸化炭素の量が同じ量となる。
※この性質をカーボンニュートラルという。

二酸化炭素の排出量の削減に貢献

セルロースナノファイバーは軽いため、自動車や家電に活用することで、燃費が向上や節電に貢献し、二酸化炭素の排出量の削減につながる。



カーボンニュートラルの仕組み

テーマ設定の背景②

セルロースナノファイバーは経済的な利益がある

製紙業界の活性化

- デジタル化の進展により、紙需要が減少している中、製紙業界が新たな事業の柱としてセルロースナノファイバーに注目している。
- 紙と同じく木材パルプからセルロースナノファイバーを作ることができるため、関連ノウハウを有している製紙業界は有利な立場にある。

林業の復興

- 林業の衰退に伴い、人員不足による放置森林が日本の問題となっている。
- 森林資源に新たな付加価値をもたらすセルロースナノファイバーは、森林資源の需要を喚起し林業の復興につながる素材となりうる。

地方創生

- セルロースナノファイバーの原料となる森林資源は全国各地で確保することができる。
- そのため、セルロースナノファイバー事業の普及は、地方経済の創生につながる。

セルロースナノファイバーを普及させていくために・・・

仮説

木材廃棄物を利用することで、大きな環境経済的な波及効果の発生が見込まれ、さらなる普及が望めるだろう。

検証方法

他の環境負荷低減素材の普及条件を探り、普及のハードルを設定し、それを越えられるか検証する。

私たちの仮説の検証結果

環境負荷低減素材の普及ハードル

- ①負の価値であるバズを原料とする
- ②正の価値であるグッズを生み出す
- ③地産型のビジネスを展開する
- ④補助金システムの導入など政策を充実させる

**これらのハードルを越えることができれば
セルローズナノファイバーは普及する可能性がある**

A photograph of a forest floor covered in a thick layer of vibrant green moss. Numerous thin, light-colored branches and twigs are scattered across the moss, some lying horizontally and others at various angles. The background is dark and filled with more branches and foliage, creating a sense of a dense, shaded woodland environment.

第1章

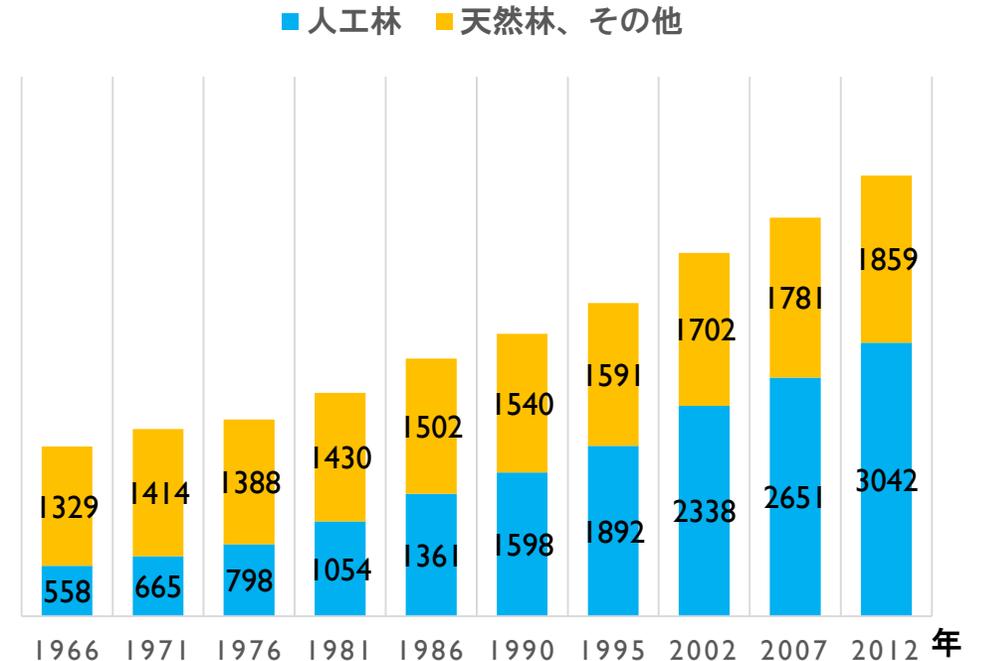
セルロースナノファイバー普及の現状

セルロースナノファイバー事業を行う上で、 日本は向いているのか

- 日本の国土の約7割は森林
- 森林の約3分の2が放置が問題となっている
伐採すべき人工林
- 人工林の面積は年々増加しており、セルロース
ナノファイバーの原料は、毎年1500万トン（日本の
石油由来のプラスチックの年間使用量の1.5倍に相当）
増加

日本は資源大国となる可能性を秘めている。

日本の森林資源の蓄積
（百万㎡）



林野庁「森林資源の現況」（2018）を参考に作成

日本の普及戦略は？

戦略プラン	内容
日本再興戦略を設定	林業の成長産業化を目指して、セルロースナノファイバーの研究開発を推進
ナノセルロース関係省庁連絡会議を開催	セルロースナノファイバーに関係する農林水産省、経済産業省、環境省、文部科学省が連携し、情報共有
ナノセルロースフォーラムを設立	オールジャパンでのセルロースナノファイバー普及を目指し、国、企業、大学、研究機関の連携をサポート

省庁	役割
農林水産省	セルロースナノファイバーによる林業の発展と新たな木材需要の増加を期待
経済産業省	新たな雇用を創出するセルロースナノファイバーを地方創生の核としており、2030年までに1兆円市場になることを期待
環境省	環境政策に位置づけ、特に自動車へのセルロースナノファイバーの活用に焦点
文部科学省	セルロースナノファイバーについて基礎研究

セルロースナノファイバーの現状の課題

1 kgあたりの価格

鉄鋼	アルミニウム合金	プラスチック	炭素繊維	セルロース ナノファイバー
50～200円	400円	200～1,000円	3,000円	5,000～10,000円

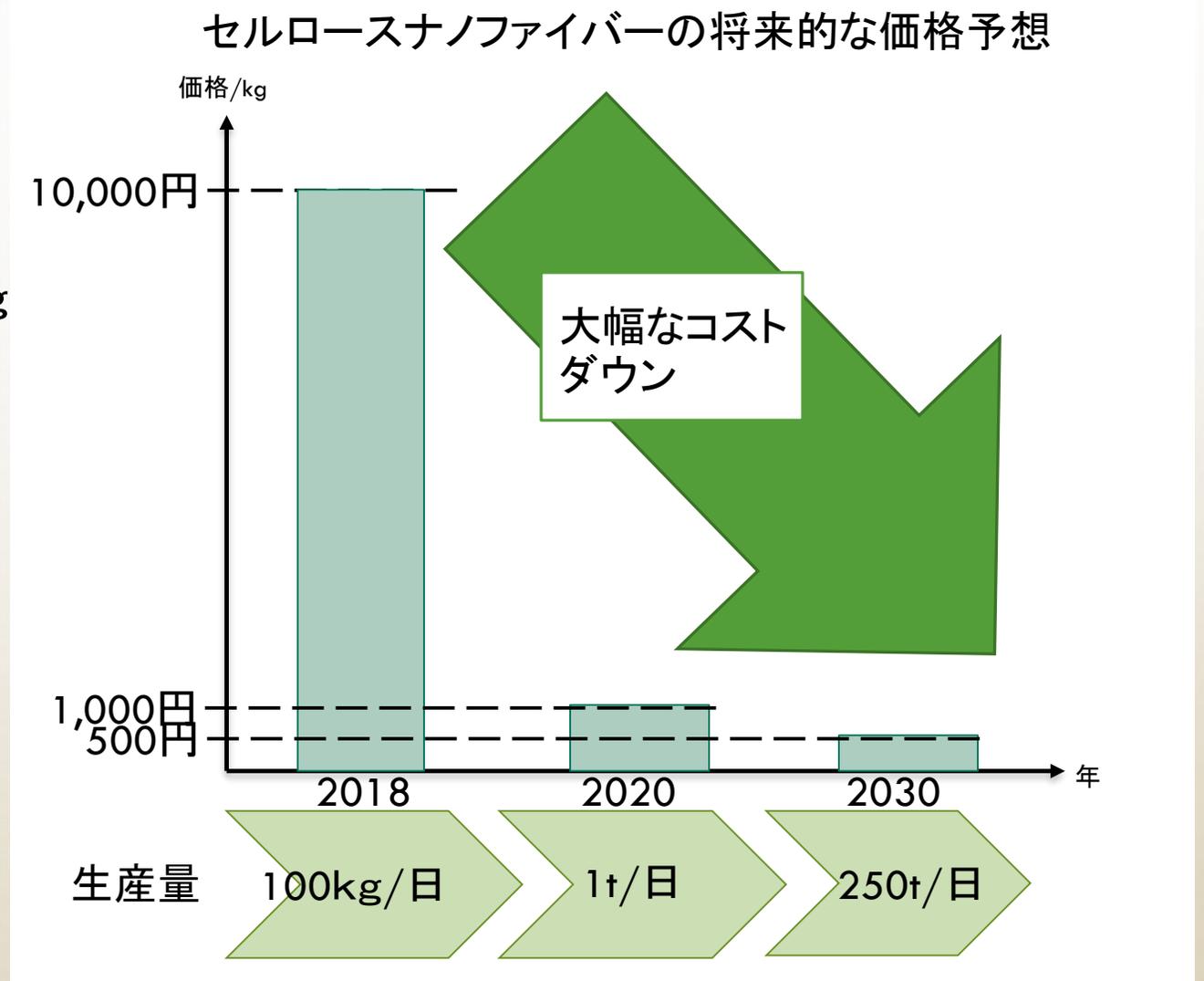
製造コストが
高すぎる

普及をさせていくにはコストを下げる必要がある

しかし経済産業省によると・・・

- 今後、セルロースナノファイバーの量産化が進めば、2020年には1,000円/kgまで、2030年には500円/kgまで製造コストが下がると期待される。
- 量産化を進めるためには、キラーアプリケーションの開発を行うなど、用途を拡大し、需要の増大を喚起する必要がある。

※キラーアプリケーションとは、その物でしか実現することのできない用途



セルロースナノファイバーを活用した商品

おむつ	ボールペン	スピーカーとヘッドホン	トイレクリーナー	ランニングシューズ
				
日本製紙クラシア株式会社 『肌ケアアクティ』	三菱鉛筆株式会社 『ユニボールシグノUMN-307』	オンキヨー & パイオニア株式会社 『SC-3 (B)』 (スピーカー) 『SE-MONITOR 5』 (ヘッドホン)	大王製紙株式会社 『キレキラ！ トイレクリーナー 1枚で徹底おそうじ シート』	株式会社アシックス 『ゲルカヤノ25』
高い消臭機能を実現！	カスれにくい！ ボテにくい！	迫力ある大きな音から微細な音まで 広い音域を再生！	目に見えない汚れをキャッチ！	55%の軽量化、 20%の強度アップに成功！

A photograph of a forest floor. The ground is covered in a thick layer of vibrant green moss. Numerous thin, light-colored branches and twigs are scattered across the moss, some lying horizontally and others at various angles. The background is dark and filled with more branches and foliage, suggesting a dense forest. The lighting is soft, highlighting the texture of the moss and the dryness of the branches.

第2章

環境負荷低減素材の普及条件はなんだったのか
～超えなければいけないハードル～

バイオエタノールの場合



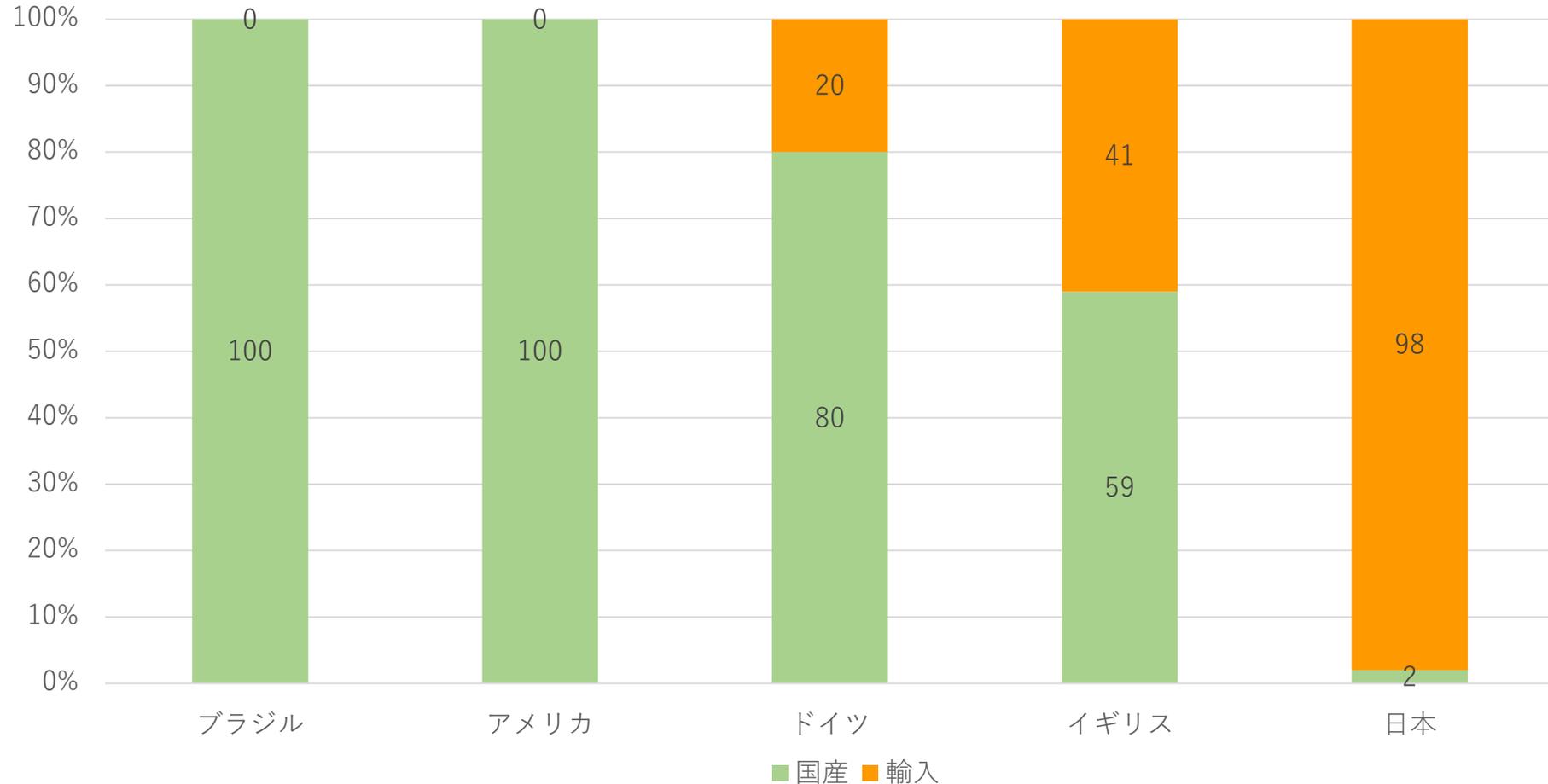
ブラジルのバイオエタノール事業の大躍進

背景

- ① 1970年代の石油ショックによるガソリン価格の高騰
- ② 政府によるバイオエタノール導入の義務化
- ③ 広大な土地、豊富な資源を活かした地産型の事業

日本の国産バイオエタノールは2%

世界のバイオエタノールの自給率（2016年）



参考：平成28年度石油産業体制等調査研究 株式会社三菱総合研究所
http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H28FY/000069.pdf

日本のバイオエタノールの高いハードル

原料を国内で調達することが困難

- 日本は国土が広くないためバイオエタノール用のトウモロコシやサトウキビを食用や飼料用よりも優先して生産することができない。

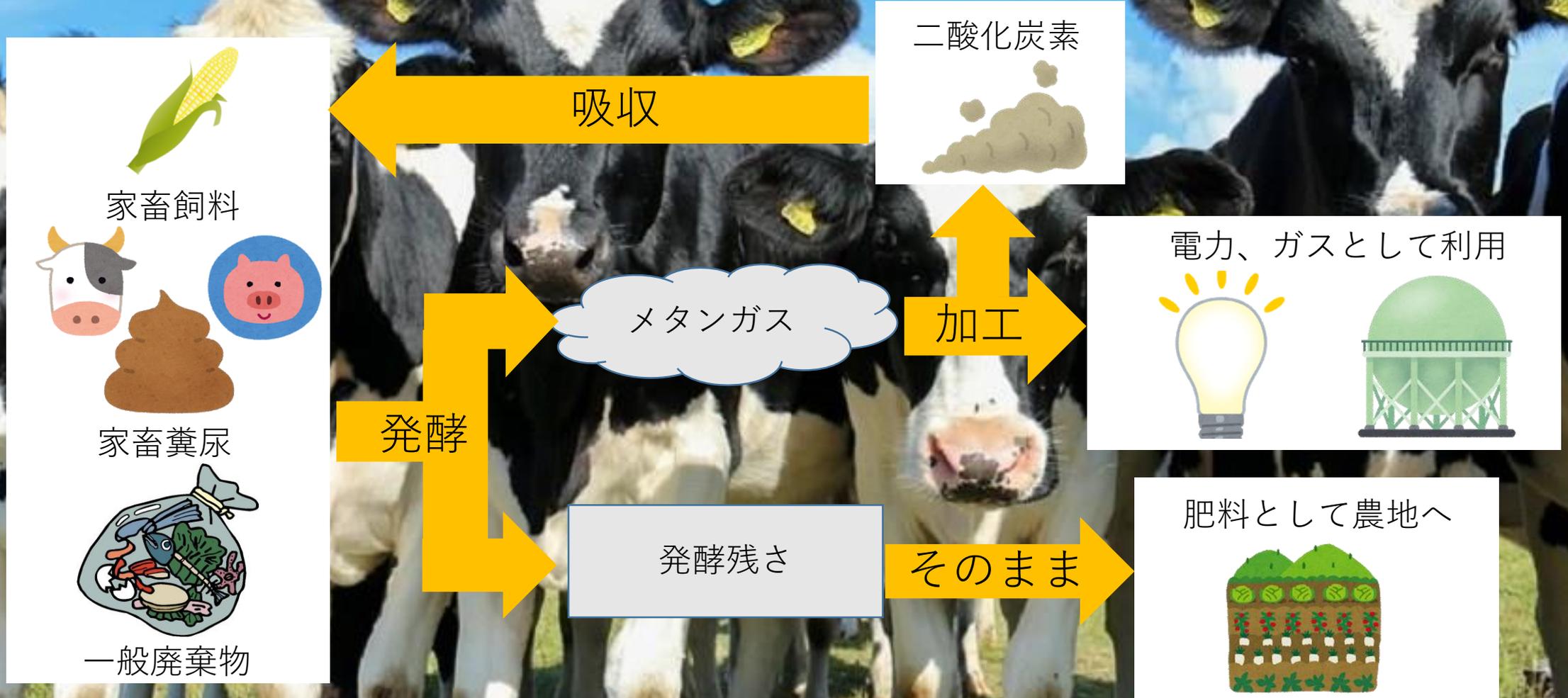
事業採算をとることが困難

- 2007年から、農林水産省が主体となり、バイオエタノール事業を行っている団体に、約200億円もの補助金を出していた。しかし、2015年、事業の自立化が見込めないことからこの補助金を打ち切った。

バイオエタノールからわかる普及ハードル

- ① 環境負荷の小さいグッズを生み出すか
- ② 原料の確保から生産までを自国で行う地産型の事業であるか
- ③ 導入義務、補助金などの政策が充実しているか

バイオガスの場合



ドイツでのバイオガスの全国的な普及

①政府によるFIT制度の導入

②全国的に畜産が盛んであったこと

③家畜糞尿の処理問題



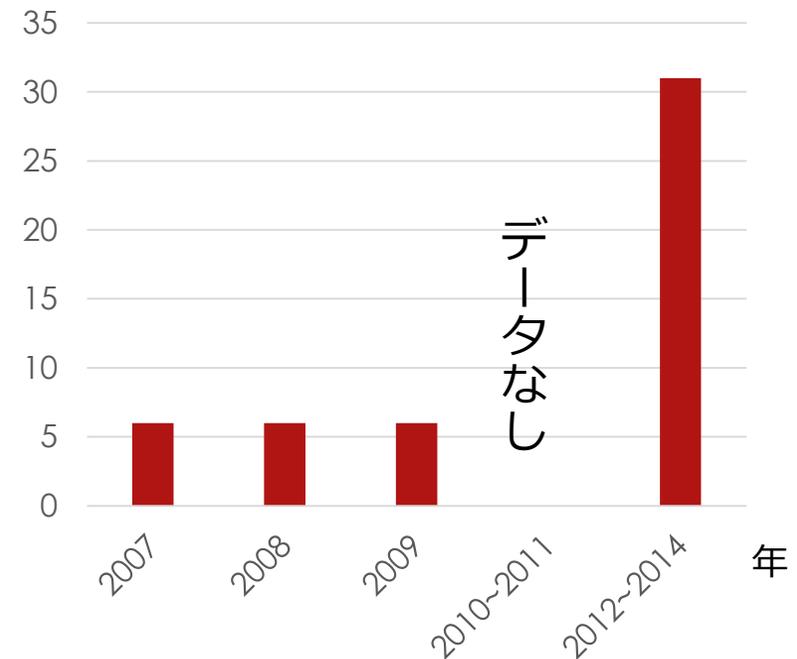
バイオガスは徐々に日本でも普及の兆しが！

2012年以降、バイオガスプラントの建設数は増加傾向

(要因)

2012年のFIT制度の導入により、バイオガスから発電された電力を買い取ることを電力会社に義務付けられた。そのため、バイオガス事業の採算性に見通しがついた。

バイオガスプラント新設数

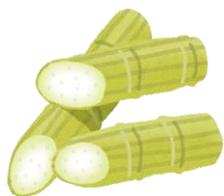


バイオガスからわかる普及ハードル

- ① バッツを原料として活用しているか
- ② 環境負荷の小さいグッズを作り出すか
- ③ 電力の買取義務を実施するなど政策が充実しているか

バイオプラスチックの場合

サトウキビ



トウモロコシ



加工

バイオプラスチック



焼却

二酸化炭素



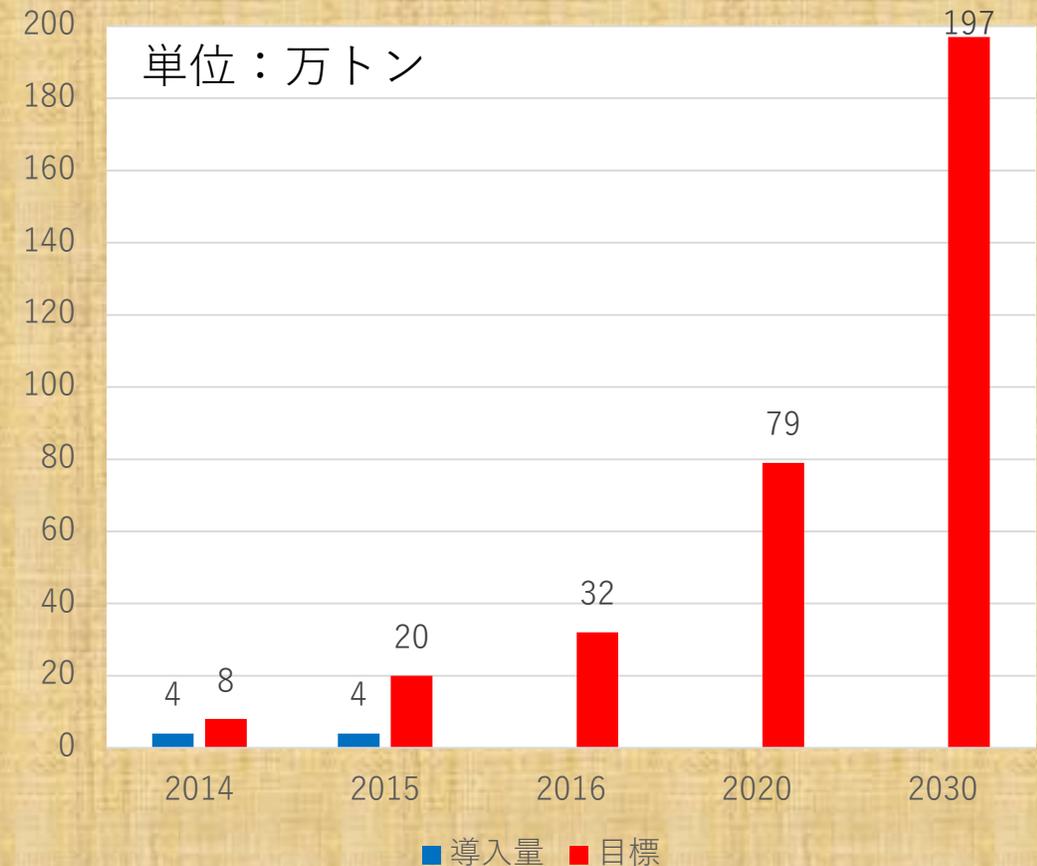
吸収



日本ではバイオプラスチックは当初の予想ほど普及していない

政府は「地球温暖化対策計画」の中で、2030年度にバイオプラスチックの国内出荷量を197万トンとする目標を定めた。そして、その途中過程である2015年における出荷量を20万トンと算出していた。しかし実際の2015年の出荷量はわずか4万トンであった。

日本のバイオプラスチック導入目標



環境省「地球温暖化対策計画」を参考に作成

バイオプラスチックの高いハードル

国内で原料を確保することが困難

- 原料となるバイオプラスチック用のトウモロコシやサトウキビを食用や飼料用よりも優先して生産することが難しい

将来的にバズになりうる

- 専用の堆肥化施設を設置する必要があり、適切に処分することができなければ、ゴミの量を増やすだけになってしまう

世界が抱えるプラスチックごみ問題

- 国連によると、毎年800万トン以上のプラスチックが海に流れ込んでいる。こうしたプラスチックゴミは有害物質となり、海の生物だけでなく食物連鎖を通じて人間に影響を与えることが危惧されている。
- こうした海洋のプラスチック問題を背景に微生物などによって、最終的に水と二酸化炭素に分解する性質を持っている生分解性のバイオプラスチックが注目されている。

生分解性バイオプラスチックに 活路はあるのか

生分解性バイオプラスチックは海に流れ、海洋プラスチックゴミとなっても分解されるので、ゴミとしてたまることがないが、それまではマイクロプラスチックが発生する。

生分解性バイオプラスチックは 環境問題を解決する可能性のあるグッズか？

環境省は2019年度予算に、生分解性バイオプラスチックを開発・製造する企業に約50億円の補助金を出すとしている。

バイオプラスチックと生分解性バイオプラスチック からわかる普及ハードル

- ① 原料を国内で確保できるか
- ② 環境問題の解決には至らないバズを作り出すのではなく、将来的な環境問題を予見した正の価値であるグッズを作り出すか

環境負荷低減素材の普及ハードルのまとめ

- ①負の価値であるバツズを原料とすること
- ②正の価値をもたらすグッズを確実に作り出すこと
- ③地産型事業であること
- ④国産化普及政策が整備されていること

これらの成功要因を参考にセルロースナノファイバーの普及政策の提案を行う

A photograph of a forest floor. The ground is covered in a thick layer of vibrant green moss. Numerous thin, light-colored branches and twigs are scattered across the moss, some lying horizontally and others at various angles. The background is dark and out of focus, suggesting a dense forest with more trees and foliage.

第3章

セルロースナノファイバー普及のための政策提案

セルロースナノファイバーは 環境負荷低減素材の普及ハードル①②に対応しているのか

①負の価値であるバツズを原料とすること

- 現在、セルロースナノファイバーの主な原料として使用されているのはグッツの木材パルプである。
- さらなる普及のためには、放置森林や製材工場の端材などのバツズを活用する必要がある。

②正の価値であるグッツを作り出すこと

- セルロースナノファイバーは環境負荷が小さく、普及することで経済的な波及効果をも生み出すグッツである。

セルロースナノファイバーは 環境負荷低減素材の普及ハードル③に対応しているのか

③地産型事業であること

- 現在、日本のセルロースナノファイバーの原料の多くは外国からの輸入に頼っている。
- さらなる普及のためには、国内で生産される未利用の木材パルプを原料として利用する必要がある。
- 国産パルプは輸入パルプに比べ高価なため、放置森林や製材工場の端材などのバツズを有効活用する必要がある。

セルロースナノファイバーは
環境負荷低減素材の普及ハードル④に対応しているのか

④国産化普及政策が整備されていること

- 日本において国産のセルロースナノファイバーが普及を果たすためには、ブラジルのバイオエタノール政策やドイツのバイオガス政策を参考する必要がある。

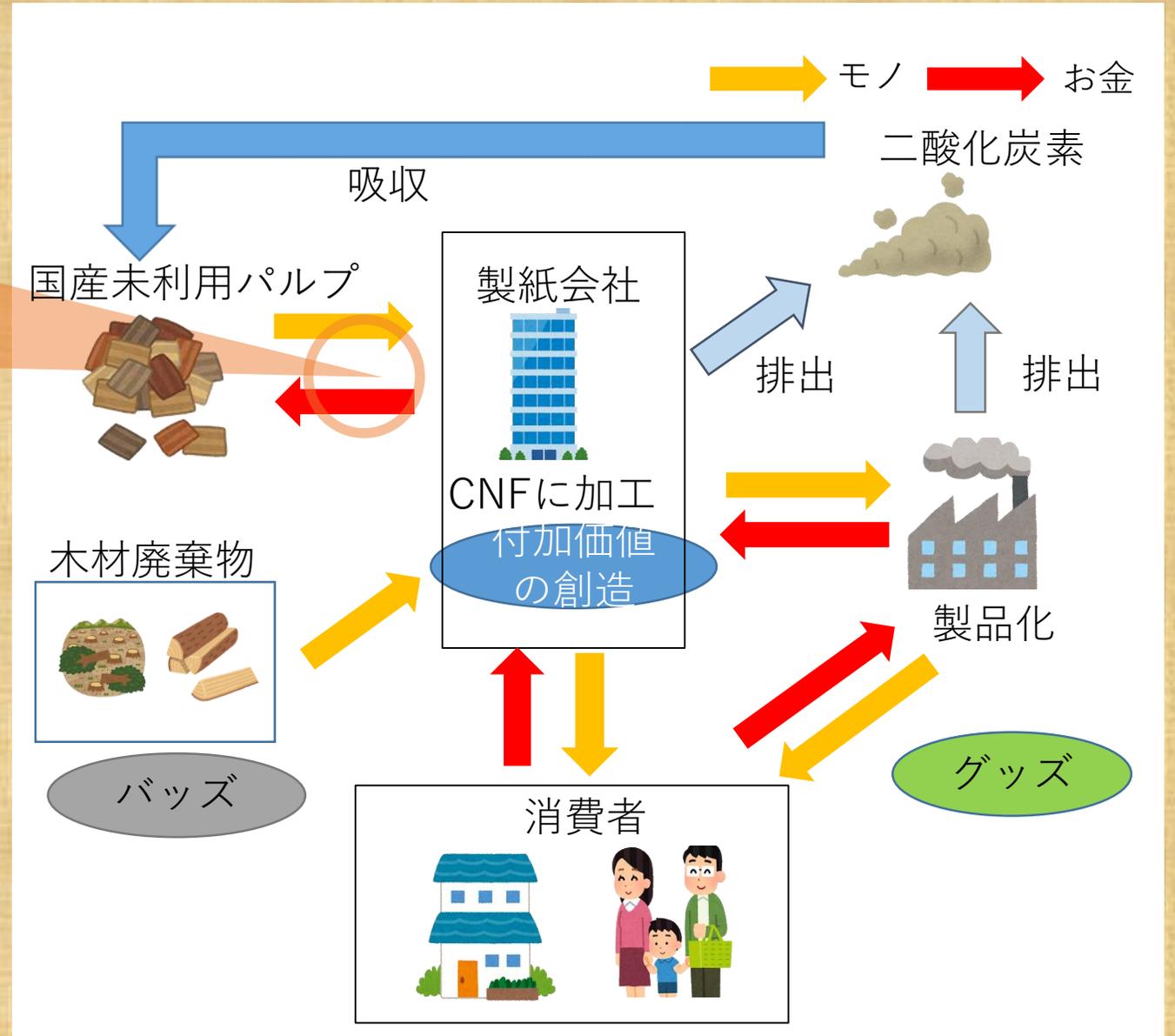
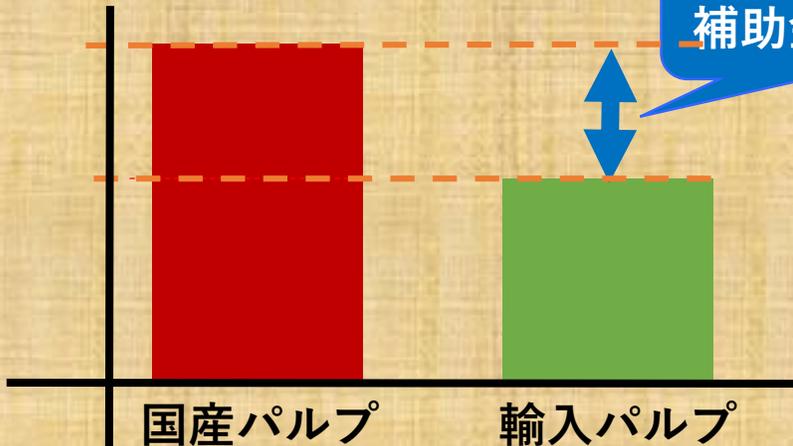
私たちが考える理想の政策モデル

提案①

セルロースナノファイバー 内外差額払い制度

国産未利用パルプを活用したセルロースナノファイバー事業の普及を図るため、セルロースナノファイバー事業者が国産未利用パルプを活用する場合、輸入パルプの差額分を補助金が補填する。

価格



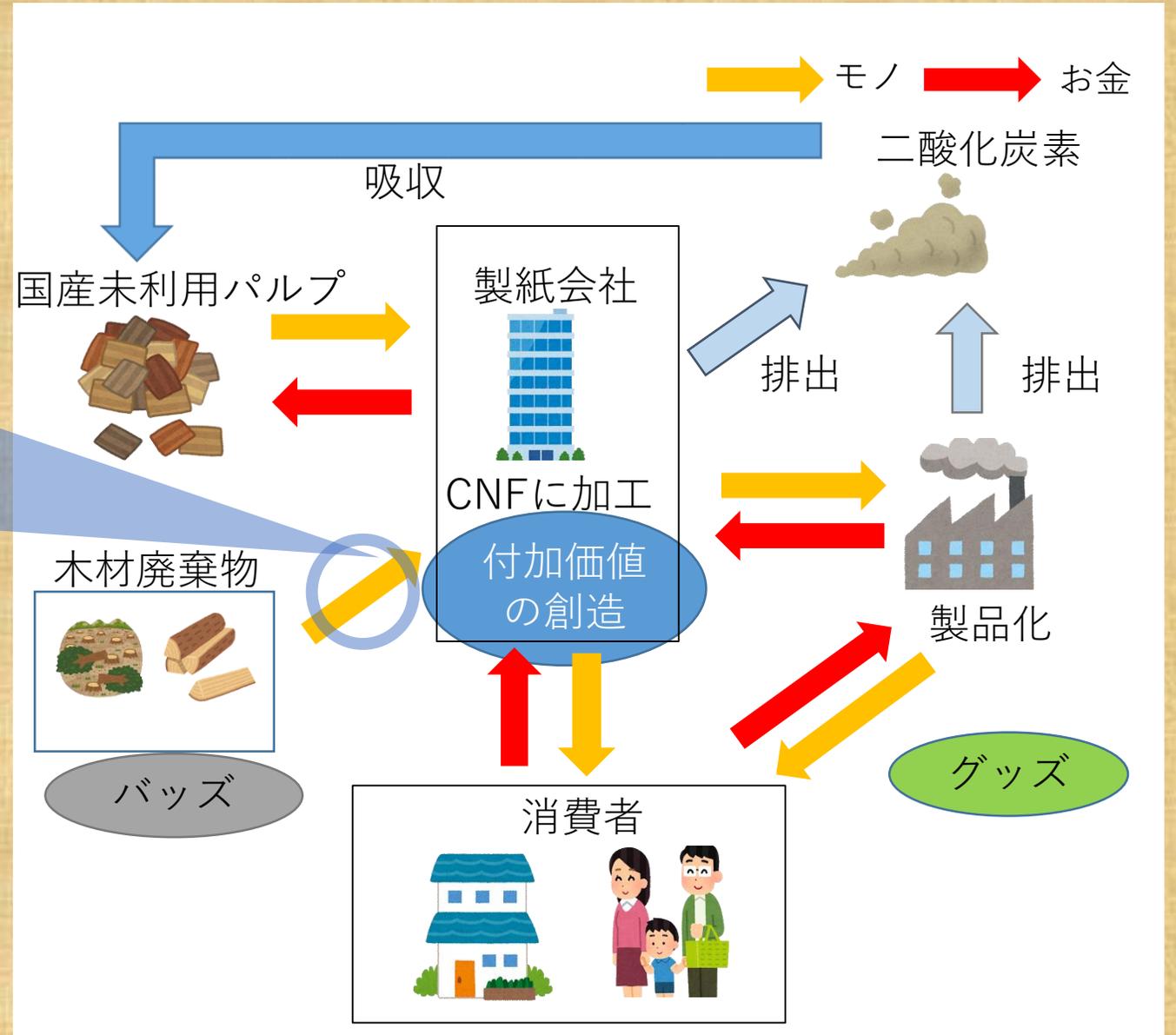
セルロースナノファイバー差額払い制度 導入のメリット

- ① 国産未利用パルプの活用を促進することができるため、地産型のセルロースナノファイバー事業を展開することができる
- ② バツズを原料として、グッズであるセルロースナノファイバーを生産することができる

私たちが考える理想の政策モデル

提案② 木材廃棄物運搬費負担制度

バズである木材廃棄物を活用したセルロースナノファイバー事業の普及を図るため、林業従事者からセルロースナノファイバー事業者への木材廃棄物の運搬費を補助金が負担する。



木材廃棄物運搬費負担制度 導入のメリット

- ① お金を支出していた木材廃棄物の運搬費を補助金で支援することで
バツズである木材廃棄物を原料とする事業を促進することができる
- ② バツズを原料として、グッズであるセルロースナノファイバーを生産する
ことができる

これらの政策の補助金は、森林環境税から調達すべき

- 森林環境税とは、森林整備などの事業費に必要な財源の確保を目的とした税で現在36の府県において導入されている。しかし、その使い道は一部明確化されていない。

(事例)長野県・・・所有者や境界が不明の森林が多く、約8億円もの残高を抱えている。

- 2024年度からは、県にかかわらず1人当たり年間1000円が徴収される。約6200万人が課税対象となり約620億円の財源となる。

**森林環境税を有効に活用するためにも、セルロースナノファイバー
内外差額払い制度や木材廃棄物運搬費負担制度における補助金には
森林環境税を充てるべきである。**

おわりに

- 新素材の普及条件は
 - ① バズを原料とすること ② グッズを生産すること
 - ③ 地産型事業であること ④ 政策が充実していること
- グッズであるセルロースナノファイバーをより普及させるためには、地産型事業を展開するための政策、バズを原料とするための政策を整備する必要がある。
- 私たちは国産未利用パルプと輸入パルプの差額分を補填するセルロースナノファイバー内外差額払い制度と木材廃棄物の運搬費を補助する木材廃棄物運搬費負担制度の導入を提案する。
- これらの政策における費用には使途が一部不明確な森林環境税を充当するべきである。
- 課題として、今後は現状の森林環境税の具体的な使途について詳しく研究する必要がある。

参考文献

- ナノセルロースフォーラム『図解よくわかるナノセルロース』日刊工業新聞社(2016)
- 後藤淳一「セルロースナノファイバーの可能性を探る」(2015)
- 下川知子、真柄謙吾、野尻昌信、久保智史、戸川英二、木口実、林徳子
「国産材由来のセルロースナノファイバーに求められるもの-市場調査報告-」森林総合研究所
(2017)
- 相馬隆宏「脱製紙へCNFに賭ける」『日経エコロジー』(2017年11月号)
- 吉田智「紙おむつ、化粧品から自動車まで1兆円市場にらむ量産化へ」『週刊エコノミスト』
(2017年4月18日特大号)
- Dami Moon, Naomi Kitagawa, Masayuki Sagisaka, and Yutaka Genchi
” Economic Impact of Utilizing Woody Biomass to Manufacture High Value-Added
Material Products: a study of Cellulose Nanofiber and Standard Chip-Dust
Production in Maniwa, Japan” (2014)

参考URL

- 日本政策投資銀行「新素材として注目されるセルロースナノファイバー」
(https://www.dbj.jp/pdf/investigate/mo_report/0000160329_file5.pdf) (閲覧2018.10.24)
- 産業技術総合研究所ナノセルロースフォーラム (<https://unit.aist.go.jp/rpd-mc/ncf/index.html>) (閲覧2018.10.24)
- 経済産業省「セルロースナノファイバーの素材供給拠点及び市場可能性調査事業」
(http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H28FY/000534.pdf) (閲覧2018.10.24)
- 環境省「第5章CNF最新動向調査」(https://www.env.go.jp/earth/ondanka/cnf/mat27_2.pdf) (閲覧2018.10.24)
- 林野庁「木材の需要拡大」(http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/22hakusho/pdf/h22hakusyo_1-1.pdf)
(閲覧2018.10.24)
- 日本製紙連合会 (<https://www.jpa.gr.jp>) (閲覧2018.10.24)
- アクアス「バイオガス発電とは」(<http://www.aquas-biogas.jp/about/situation.html>) (閲覧2018.10.24)
- 有限会社エコハート(<http://www.ecoheart.com/biogas/>) (閲覧2018.10.24)
- 国立科学研究所「バイオエタノール」(<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=6>) (閲覧2018.10.24)
- 日本バイオマスプラスチック協会 (http://www.jbpaweb.net/bp/bp_faq.htm) (閲覧2018.10.24)
- 大王製紙株式会社 (<http://www.daio-paper.co.jp>) (閲覧2018.10.24)
- 日本製紙株式会社 (<https://www.nipponpapergroup.com>) (閲覧2018.10.24)
- 王子ホールディングス株式会社 (<https://www.ojiholdings.co.jp>) (閲覧2018.10.24)
- 薩摩川内市「薩摩國竹セルロースナノファイバー」
(<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/tiikisaisei/dai45nintei/plan/a154.pdf>) (閲覧2018.10.24)

調査協力企業・団体

- 大王製紙株式会社 （2018年5月31日訪問）
- 静岡県庁 （2018年7月9日訪問）
- 鹿児島県薩摩川内市役所 （質問状へのご回答）