

第 491 回月例研究会資料

「温室効果ガス削減とルーメン液を活用した高効率メタン発酵システム」

令和 7 年 11 月 20 日

中井 裕 新潟食料農業大学 学長



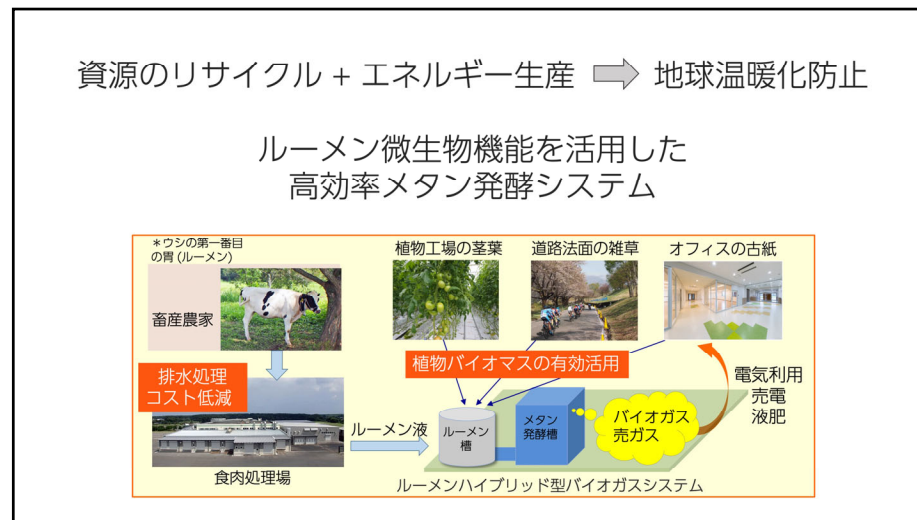
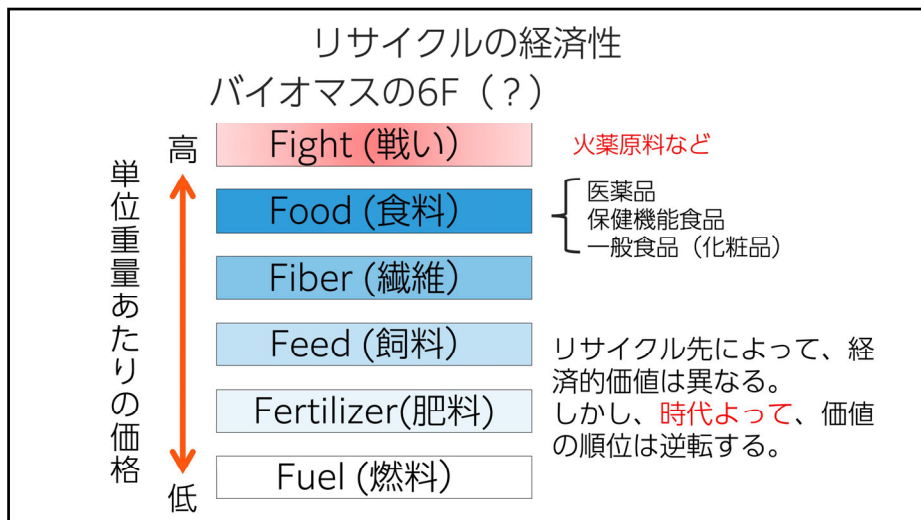
五箇山合掌造り集落の塩硝生産

蚕の糞、干し草、土を重ねて発酵させ、硝酸カリウムを生産

NH_3
 $\rightarrow \text{NO}_2^-$
 $\rightarrow \text{NO}_3^-$
 $\rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 + 灰煮汁
 $\rightarrow \text{KNO}_3$ (塩硝)

塩硝+木炭+硫黄 = 黒色火薬

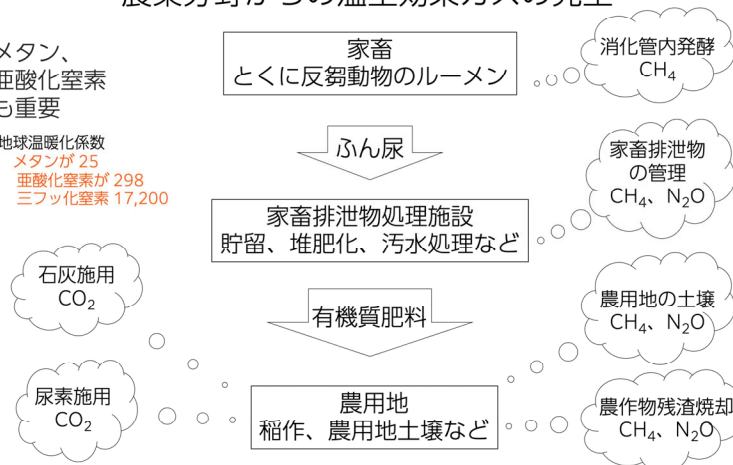
2025.5.6 Photo by Y. Nakai



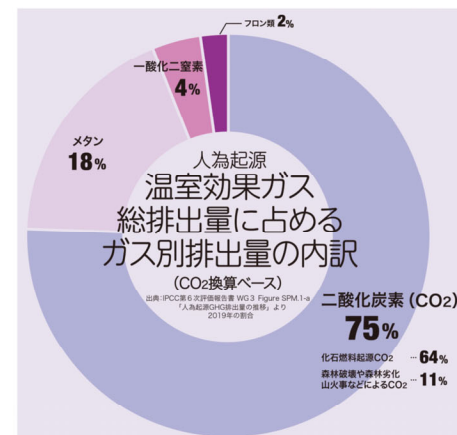
農業分野からの温室効果ガスの発生

メタン、
亜酸化窒素
も重要

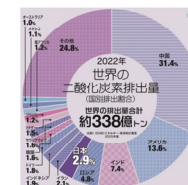
地球温暖化係数
メタンが 25
亜酸化窒素が 298
三フッ化窒素 17,200



世界の温室効果ガス別排出量



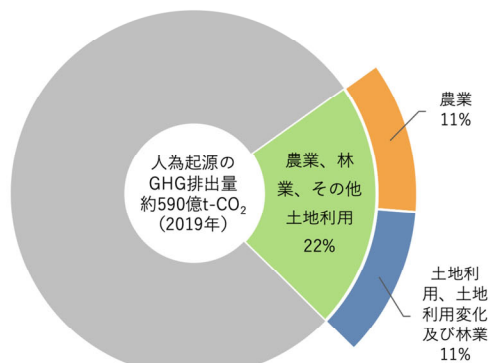
化石燃料起源のCO₂が、
全体の64%



日本はその3.2%を排出
中国29.5%、アメリカ14.1%、インド
6.9%、ロシア4.9%に次ぐ5番目

IPCC第6次評価報告書 (2022) より
<https://www.jccca.org/download/13287>

世界の農林業由来の温室効果ガス排出量



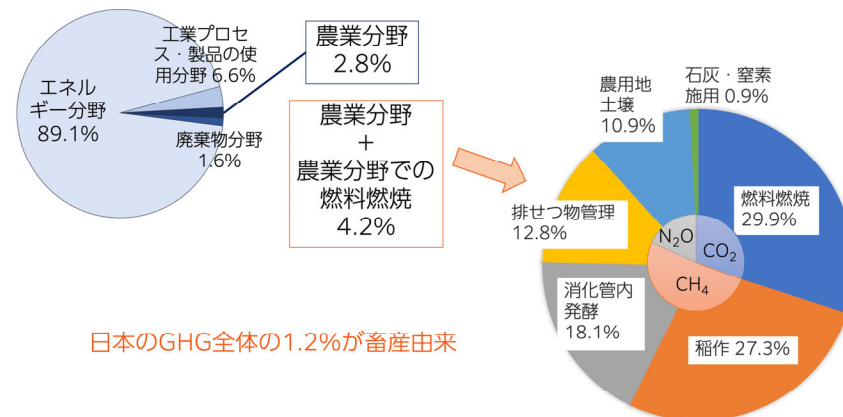
農業分野の約45%が直接的に畜産に由来する
(38.8%が消化管内発酵のメタン、
6.5%が家畜排泄物の管理)

放牧地および草地のふん尿からの排出
(16.0%) と土壌へのふん尿散布
(3.5%) を加えると、
農業からの排出の66%が畜産に起因する
(IPCC第5次評価報告書)
GHG全体の7.3%が畜産由来

農業には燃料燃焼による排出量は含まない。
IPCC第6次評価報告書 (2022) より農林水産省作成

<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/goudou/attach/pdf/241219-8.pdf>

日本の温室効果ガスの排出割合 2022年度 CO₂換算



日本のGHG全体の1.2%が畜産由来

牛のゲップによる地球温暖化

反芻動物においては、第一胃内のルーメン細菌などが草などのセルロースを嫌氣的に分解し、その結果メタンが発生する。**暖気（ゲップ）**や**排せつ物を介してメタンが放出**される。また、豚など単胃動物の消化管においてもメタンが発生するが、日本の家畜消化管由来のメタンの95%は牛由来で、発生源のほとんどはルーメン発酵による。

排せつ物の管理過程（排せつ物の貯留、堆肥化、污水处理など）、とくに、貯留槽内は嫌気状態になりやすく、有機物の嫌気発酵が起こってメタンが生成される。また、排せつ物に含まれる消化管内発酵由来のメタンは、管理過程における通気や攪拌などにより大気中に放出される。

牛のゲップは地球温暖化の主原因とは言えない

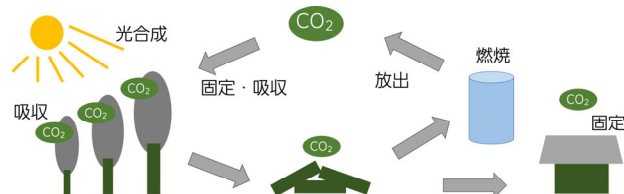
人為起源の温室効果ガス（GHG）の64%は化石燃料起源の二酸化炭素
農業分野由来のGHGは11%で、反芻家畜の消化管内発酵に由来するメタンはGHGの4～5%とされウシのゲップ(暖気)が注目されている。

1頭から1日当たり200-800Lのメタンがゲップとして放出され、その量は膨大と感じられる。しかし、反芻家畜の消化管内発酵に由来するメタンは、**全世界で発生しているGHGの4～5%を占めるにすぎない**。この量は無視できる量ではないが、
「**地球温暖化防止のため、ウシのゲップをとめよ、肉を食することをやめよ**」
といった主張は極端である。

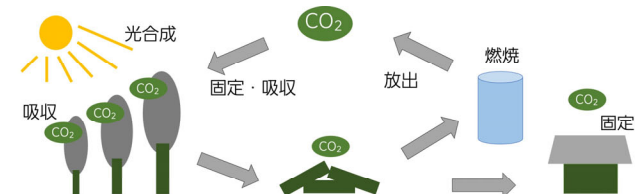
日本では・・・
農業分野由来GHGは2.8%であり、畜産由来は1.2%で、ウシなどの消化管由来のメタンガスは日本全体の0.7%
日本では、ウシのゲップの温暖化への寄与率は低い

地球温暖化を防ぐには

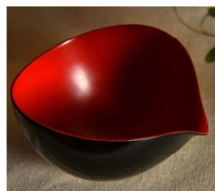
1. 温室効果ガスの排出抑制
2. 地球温暖化係数を意識 二酸化炭素（1）メタン（25）亜酸化窒素（298）
3. **カーボンニュートラル「環境中の炭素循環量に対して中立」であるバイオマス**を化石燃料の代わりに使用する



どれがカーボンニュートラル？



どれがカーボンニュートラル？



麻布・漆



天然木に布張り



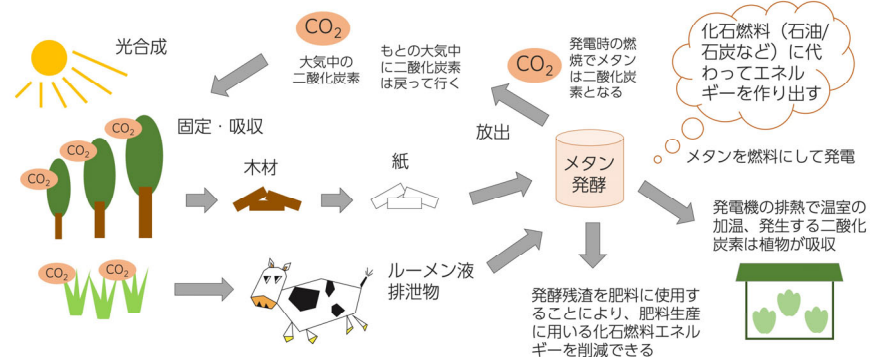
木粉（55%）と
メラミン樹脂の
成型品・漆塗り



飽和ポリエス
テル樹脂に
ウレタン塗装

カーボンニュートラルを保ちつつ化石燃料を削減し地球温暖化抑制

もともと大気中にある二酸化炭素を吸収して植物は育つため、植物や動物を原料とするものを燃やしても大気中の二酸化炭素は増えない（カーボンニュートラル）。動植物から発生させたメタンを燃料に使用して、化石燃料（石油/石炭など）の代替とする。これにより化石燃料から放出される二酸化炭素を削減できる。トータルとして大気中の二酸化炭素は増えない上に、化石燃料が使用されないため地球温暖化は抑制される。



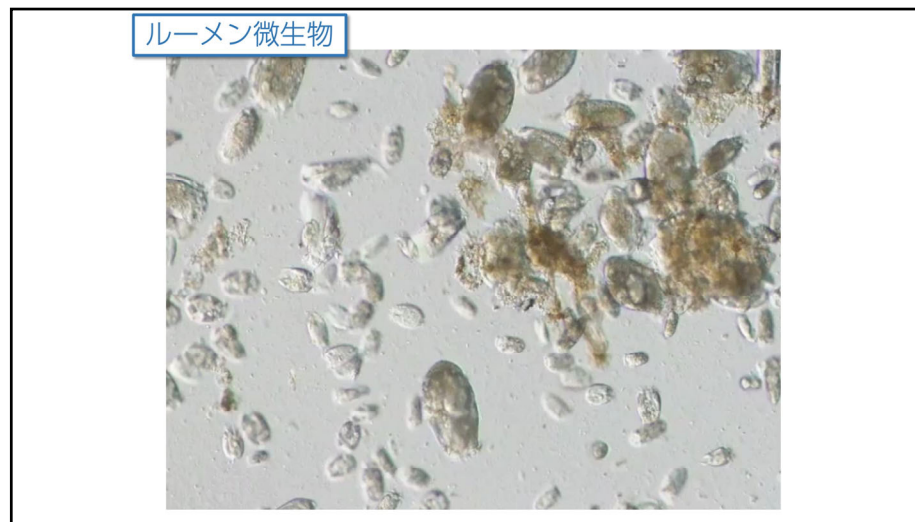
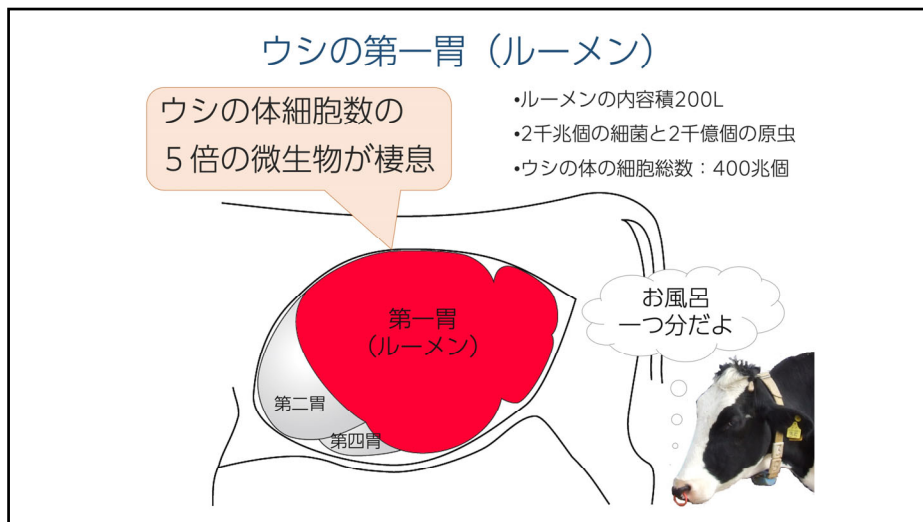
再生可能エネルギー

持続的に利用することができる
化石燃料以外のエネルギー

具体的には、バイオマス・太陽光・風力・水力・地熱・太陽熱・大気中の熱・海洋（潮力、波力、温度差）など

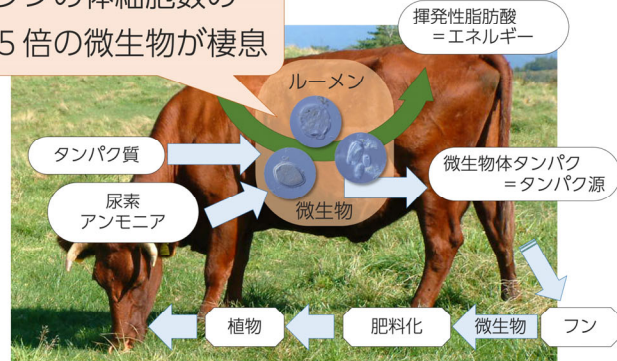
再生可能エネルギーはどれ？





ウシは微生物のちからで生きている

ウシの体細胞数の
5 倍の微生物が棲息



ウシは牛革を被った微生物である

ルーメン液は、食肉処理場の厄介物

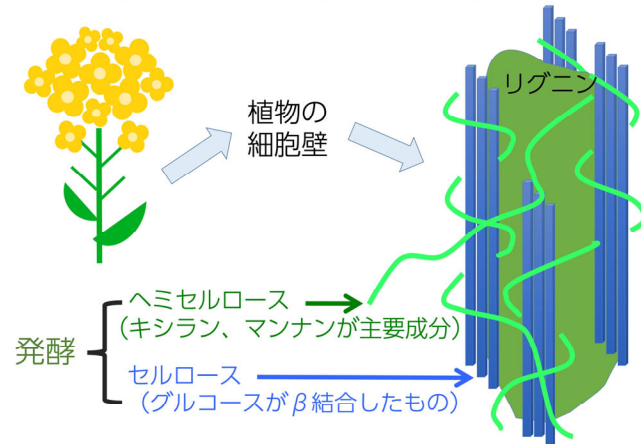


ルーメン液排出量
100 L/頭

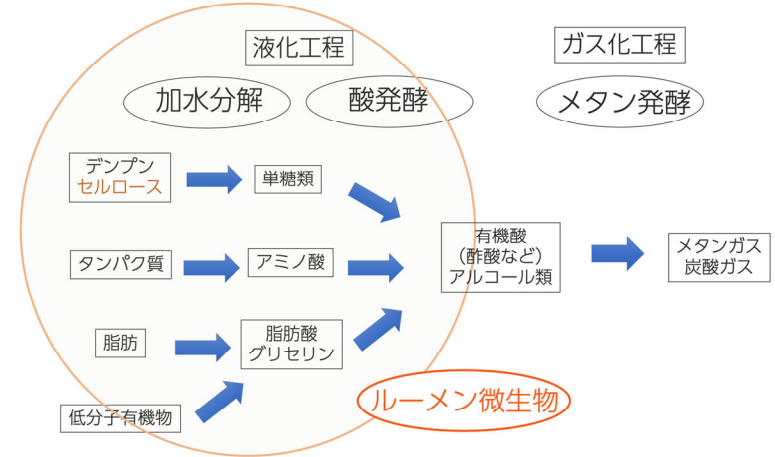


汚水処理に多額の経費
おもに電気代

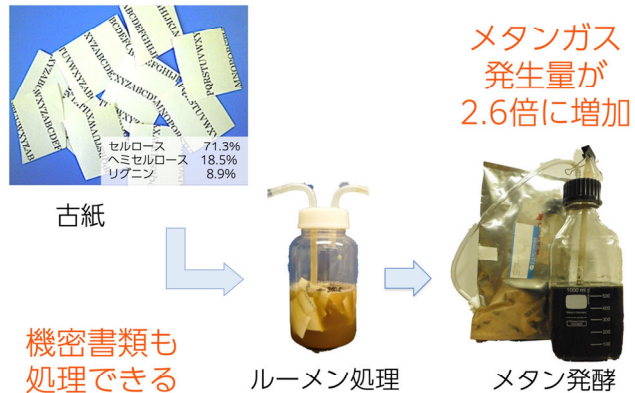
植物の細胞壁に対する微生物の働き



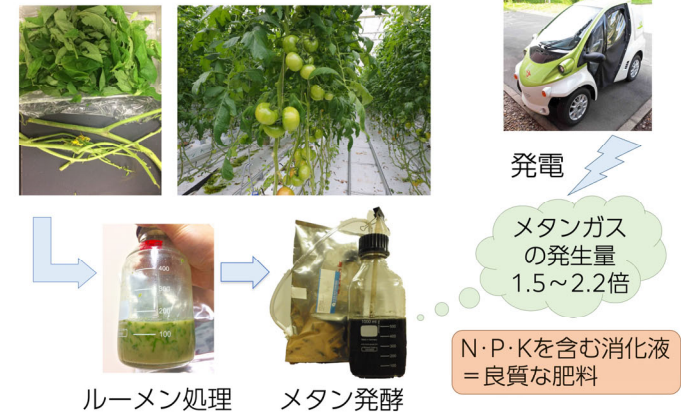
メタン発酵の工程



ルーメン液で古紙を溶かしてメタン発酵



ルーメン液でトマトの茎葉を溶かして燃料と肥料を得る



ルーメン微生物機能を活用した新規メタン発酵システム



平均的な食肉処理場でのシミュレーション



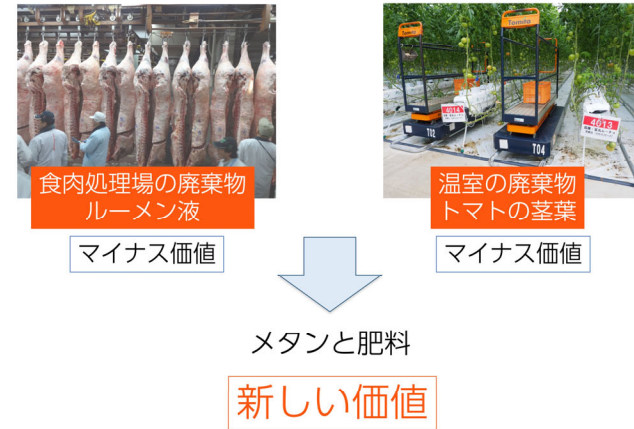
再生可能エネルギー事業比較

経済産業省資源エネルギー庁2021年度定期報告書データを用いて試算。売電価格はFIT制度2022年度

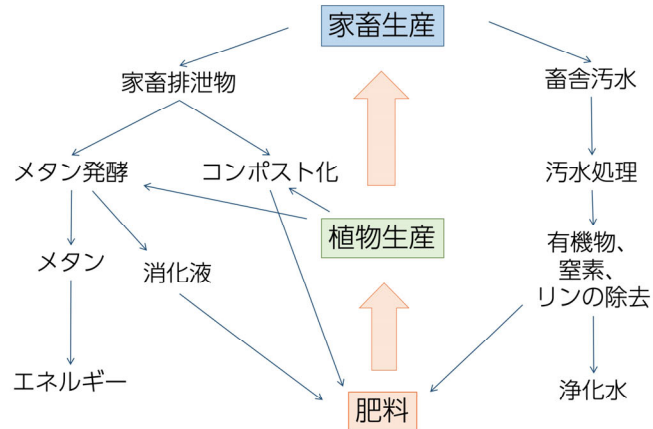
	太陽光発電	陸上風力	海上風力 (箱床式)	バイオマス (未利用材)	地熱	小水力		ルーメンメタン
建設費投資額	1.5億円	1.5億円	1.5億円	1.5億円	1.5億円	1.5億円		1.5億円
年間発電量 (万kWh/年)	65.6	92.2	16.1	62.5	30.7	40.9		18.3
年間売電利益 (万円)	680万円	1,489万円	515万円	2,500万円	1,226万円	1,392万円		710万円
年間維持費 (万円)	211万円	516万円	248万円	1,014万円	893万円	327万円		200万円
その他収入および諸費用				984 円/GJ※1			汚水処理 コスト低減 古紙処理 受託費 液肥販売	800万円 420万円 70万円
年間純利益 (万円)	468万円	973万円	267万円	1,487万円	334万円	1,064万円		1,800万円
建設費償還年数	32.0年※4	15.4年	56.1年※3	10.1年※2	45.0年※3	14.1年		8.4年※5

※1 未利用材の燃料費
 ※2 燃料費を考慮しない場合の償還年数。燃料費は一般的に全体の7割を占めると言われており、考慮すると17年程度にまで延びる可能性あり
 ※3 設備人量が増加する場合は、発電量との比較は難しい(非上: 0.06GW、地熱: 0.6 GW)
 ※4 太陽光パネルは低価格化しており、現在の償還年数は16年程度である。
 ※5 建設費に農林水産省等の1/2補助がある場合、償還年数は4.2年となる。
 古紙処理、液肥販売を除くと11.5年(純利益は1,310万円/)

マイナス価値の廃棄物を組合わせて新しい価値を作る



環境に調和した資源循環型農業



新たな価値を生み出す資源循環型農業

