

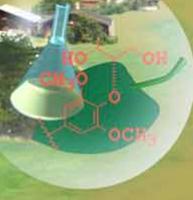


# 生存圏科学がいざなうエネルギーの多様性

京都大学 生存圏研究所  
生存圏電波応用分野  
三谷友彦



今年の生存圏フォーラムのテーマ  
「今だから100年後の生存圏を考える」



# 私が思ったこと

「100年後」って言ったって、  
その前に日本は財政破綻してるやろし、  
世界的な資源エネルギー不足になれば  
戦争も起きるやろし。。。

【対象とする問題にもよる】

宇宙・・・何億年スケールもあり得る  
(今のところ)誰のものでもない

エネルギー

・・・喫緊かつ利害がメチャクチャ絡む

う～ん。。。





ああ、こんな街に住んでみたいなあ。

# こんな街をつくるためのキーワード

- ・日本は圧倒的なエネルギー輸入国である
- ・大量生産・大量消費社会から  
地産地消・適産適消社会へのシフト
- ・グローバル化とは、コモディティ化ではなく  
アイデンティティ化である

【注】 食糧の話は本講演では出てきません

## 2012年の化石資源生産マップ



100年後でも資源エネルギーの地域遍在性自体は変わらない  
(どこの地にあるかは分からないが、あるところにはある)

# 2012年の化石資源産出量の世界シェア

## 原油産出国 Top 5

サウジアラビア	13.3 %
ロシア	12.8 %
アメリカ	9.6 %
中華人民共和国	5.0 %
カナダ	4.4 %

## 天然ガス産出国 Top 5

アメリカ	20.4 %
ロシア	17.6 %
イラン	4.8 %
カタール	4.7 %
カナダ	4.6 %

## 石炭産出国 Top 5

中華人民共和国	47.5 %
アメリカ	13.4 %
オーストラリア	6.3 %
インドネシア	6.2 %
インド	6.0 %

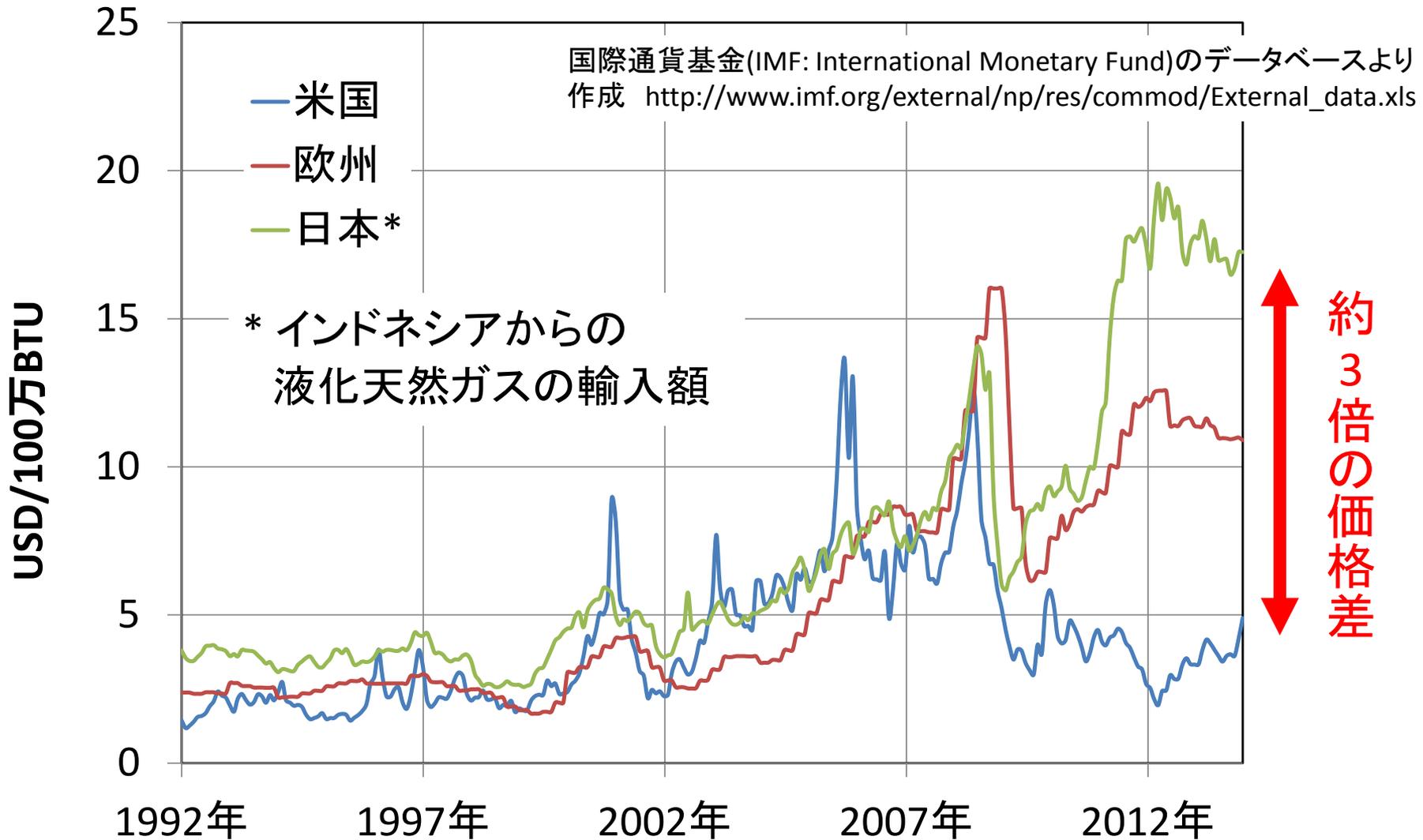
原油＋天然ガス＋石炭で  
世界の総エネルギー消費の

**約87%**

ちなみに、原油、天然ガスの確認埋蔵量は  
2002年より2012年の方が増えています

BP Statistical Review of World Energy 2013 より

# 天然ガス価格の推移



日本: 東日本大震災

… エネルギー輸入国は足下をみられる

米国: シェールガス革命

… 技術革新でコスト減の可能性あり

このような特徴的な  
地形をもった国

- ・島のみで構成
- ・右下半分が海しかない

本来なら

- ・太陽
- ・海洋(水)
- ・森林

を最大限利用すべき社会

現実には

資源・エネルギーを輸入に依存し  
対価として工業(技術)を  
ウリにする経済社会

ところが、、工業製品がコモディティ化 = **コストが最重要**

このような特徴的な  
地形をもった国

- ・島のみで構成
- ・右下半分が海しかない

稽古とは 一より習ひ 十を知り  
十よりかへる もとのその一  
(千利休)

じゃあ、考え直してみませんか？

本来なら

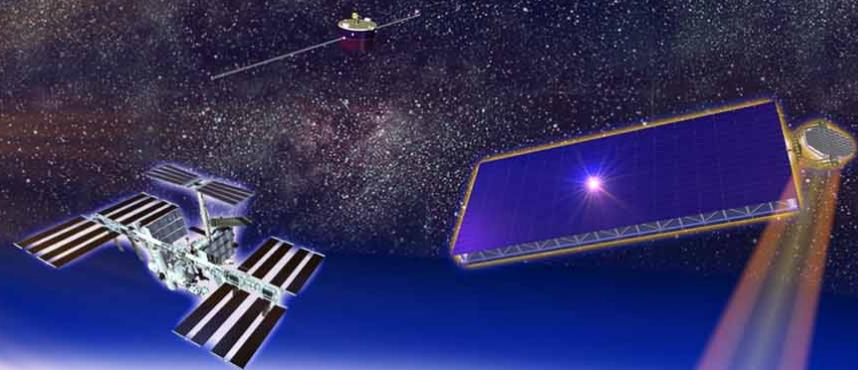
- ・太陽
- ・海洋(水)
- ・森林

を最大限利用すべき社会

コモディティ化から  
アイデンティティ化へ

化石資源の枯渇が起こり得るなら  
グローバルに解決すべき  
エネルギー問題  
= 生存圏科学としてのミッション

生存圏研究所が取り組む  
資源・エネルギー解決策  
(太陽エネルギー変換・利用)



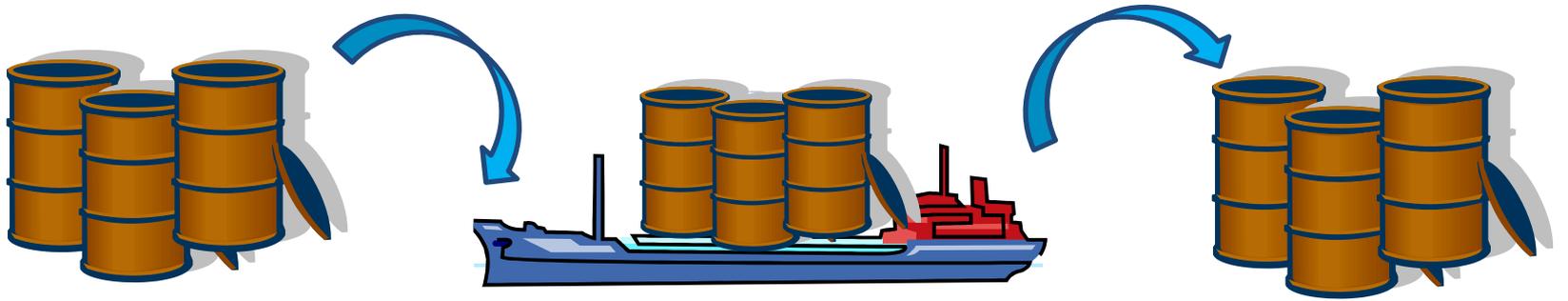
宇宙太陽光発電

木質バイオマスの利用



私の研究におけるキーワード  
電磁波

# 電磁波は質量移動を伴わないエネルギー・変換手段



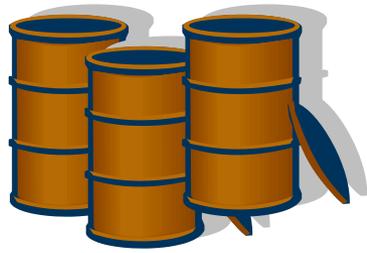
一般的に、輸送には物質の移動が伴う



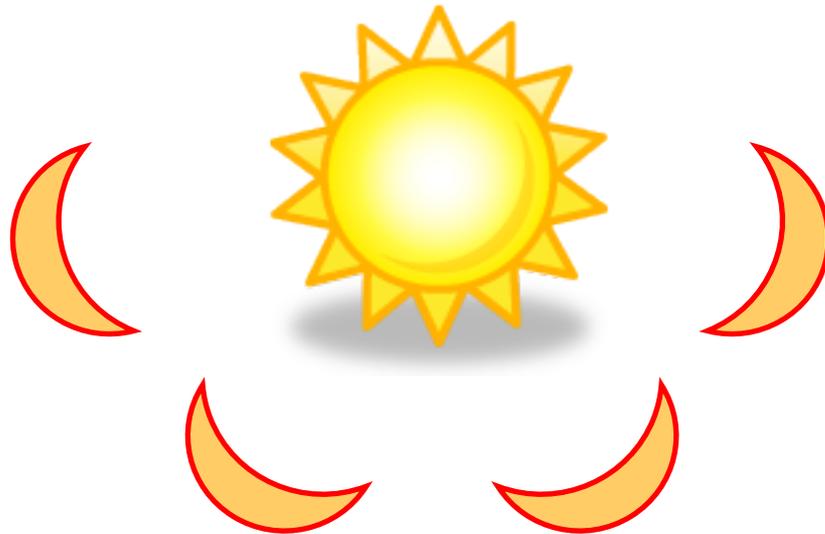
電磁波を使えば質量移動を伴わないエネルギー・輸送が可能

利便性よりも本質的な部分を追求してみたい

# そもそも太陽光(光)だって電磁波の一種



化石資源  
(長期的スパン)



電気エネルギー



生物  
(短期的スパン)



水資源



自然界の中では  
既に電磁波のエネルギー輸送・変換技術が確立！

# 電磁波エネルギーの変換利用

(マイクロ波プロセッシング、電磁波プロセッシング)

電磁波プロセッシング  
(電磁波加熱)

材料分野

食品分野

電子レンジ、解凍



有機材料分野

ゴムの加硫、マイクロ波触媒反応



無機・金属材料分野

マイクロ波焼結、ナノ材料プロセス、高機能材料生成

木材分野

乾燥、加工、バイオエタノール・化成品生成用の前処理



プラズマ分野

プラズマ励起



医療分野

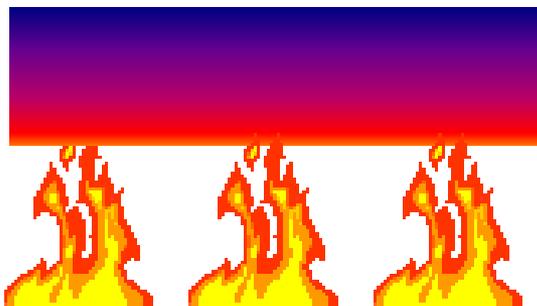
局部加熱によるがん治療(ハイパーサーミア)



# マイクロ波(電磁波)加熱・・・熱伝導によらない内部加熱

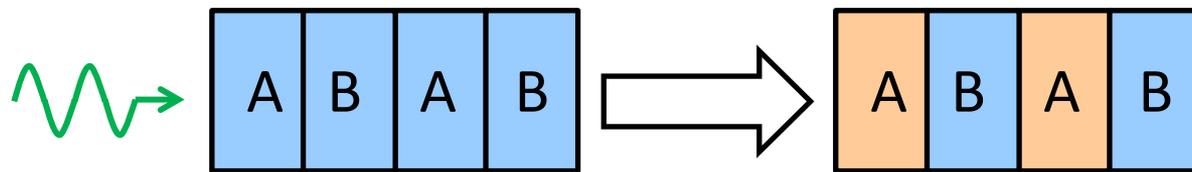
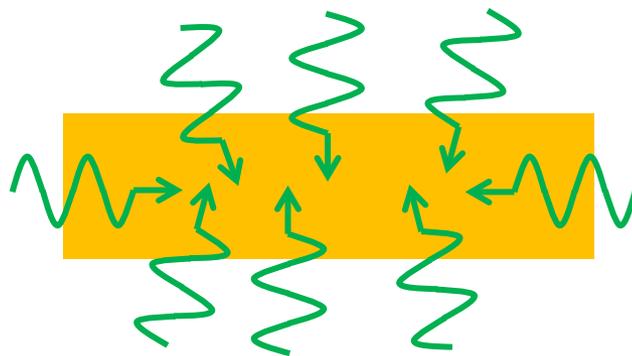
熱源からの外部加熱方式(ストーブ, 炎など)  
→ 外から加熱し、伝熱により温度が伝わる

- ・内部までの加熱に時間がかかる
- ・内部と外部に温度差が発生する



マイクロ波加熱方式  
→ 電磁波が中まで浸透し、内部で電力吸収

- ・内部までの加熱時間が短い
- ・内部と外部の温度差が小さい

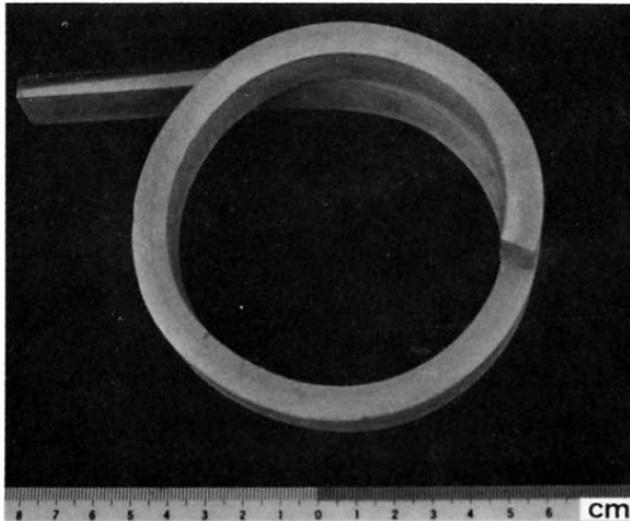


A: 吸収しやすい、B: 吸収しにくい

- ・加熱時間が短い → 省エネへの期待
- ・加熱ムラが少ない → 高品質材料(均一品質、高密度等)への期待
- ・選択加熱が可能 → 新素材生成への期待

# 研究事例：マイクロ波による木材加工・木材処理

1980年代 マイクロ波加熱を利用した  
曲げ木加工に関する研究



今村祐嗣、和田博、則元京、林昭三、“マイクロ波を利用した曲木の組織構造” 木材学会誌、Vo.28, No.12, pp.743-749, 1982

1980年代 マイクロ波照射による木質から  
エタノール変換の研究

(中にセラミック管)  
照射容器



導波管

K. Magara, S. Ueki, J. Azuma and T. Koshijima, "Microwave Irradiation of Lignocellulosic Materials IX Convention of microwave-irradiated lignocellulose into ethanol," *Mokuzai Gakkaishi*, vol.34, no.5, pp.462-468, 1988

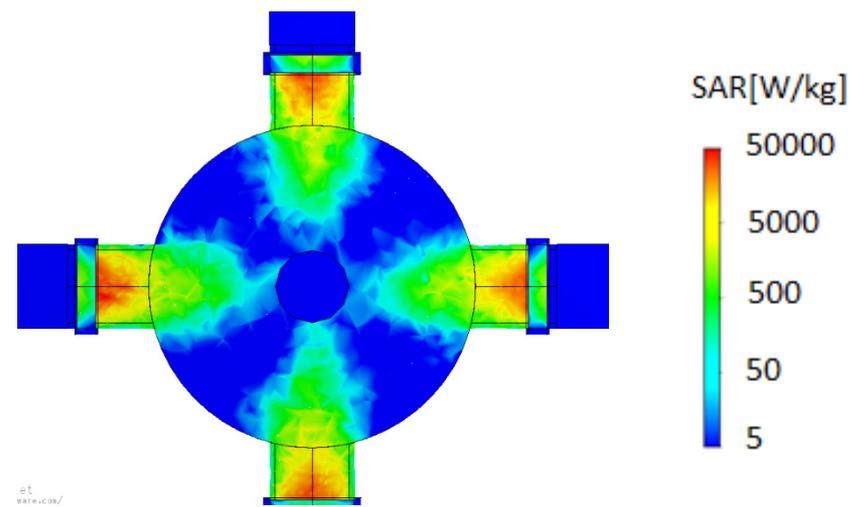
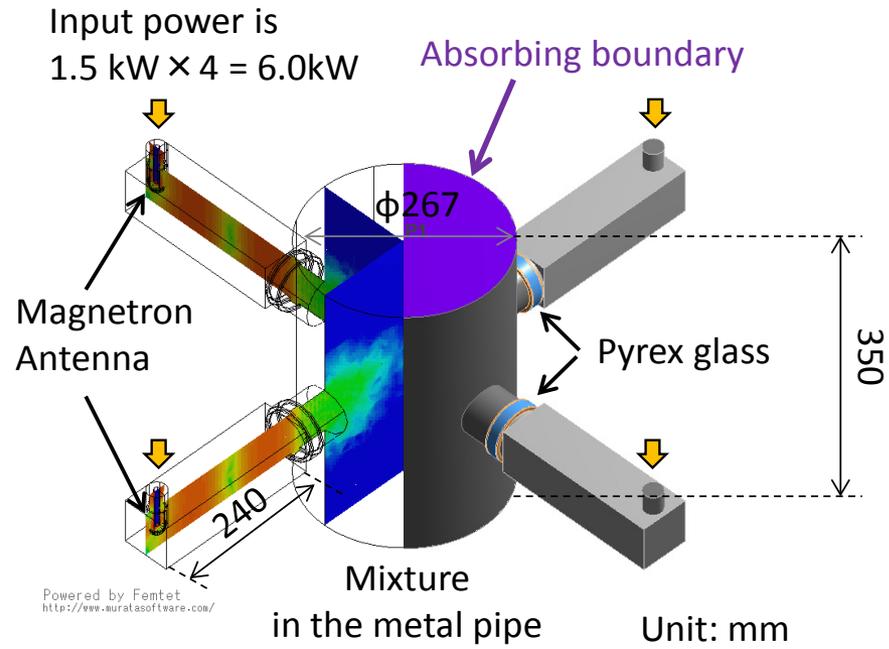
他、木材の乾燥等、木質とマイクロ波の結びつきは昔からあった。

# 研究事例：マイクロ波照射による木質バイオマスの前処理装置の開発

(NEDOプロジェクト研究)



- ・マイクロ波源：1.5kW × 8台
- ・容量50L
- ・マイクロ波電力の吸収効率：79%





マイクロ波化学(株) HPより引用

日本経済新聞(平成26年3月31日)

# マイクロ波で化学品量産

## 阪大発ベンチャー 世界初の工場

大阪大学発ベンチャーのマイクロ波化学(大阪府吹田市、吉野巖社長)

は4月、マイクロ波を使った世界初の化学品量産工場を大阪市で稼働させる。工場廃油などを原料に環境負荷の低い脂肪酸エステルを製造、東洋インキなどに供給する。マイクロ波を使うと、熱と圧力で化学反応を起こす

従来の製造法に比べ、エネルギー消費量を約3分の1に減らせるといふ。

量産工場(大阪市住之江区)の年間生産能力は3200ト。延べ床面積は一般的な化学品工場の5分の1にあたる約300平方メートルで、投資額を5億円に抑えた。このほど試運転に着手し、4月下旬にも出荷を始める。2

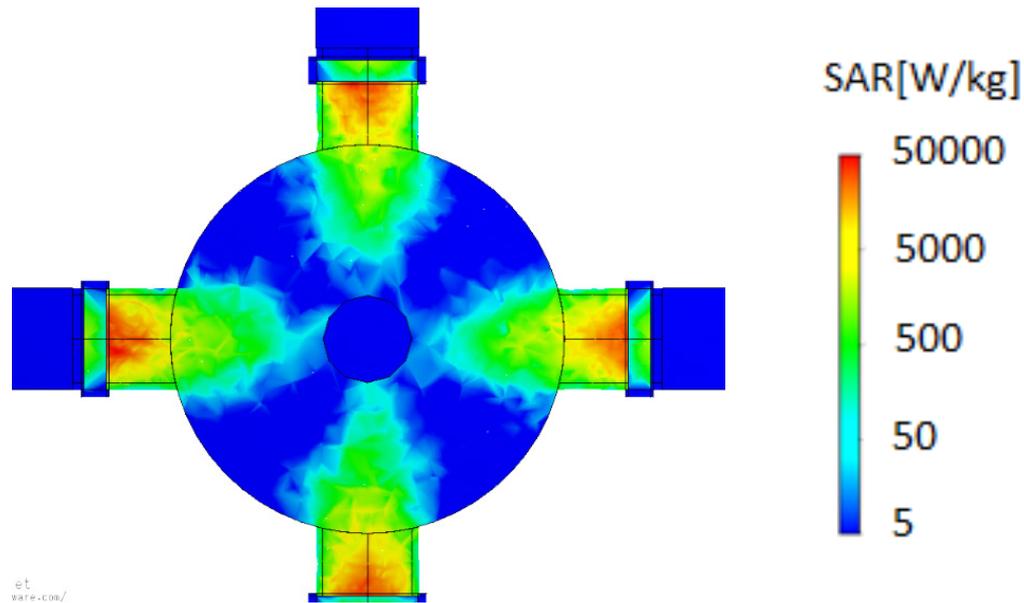
016年3月期に12億円の売り上げを目指す。

同社は07年に研究を始め、マイクロ波を照射して化学反応を起こす反応炉や、化学反応を促す固体触媒を独自に開発。神戸市で実証試験を重ね、材料の特性に応じて適切に出力や反応温度を制御する技術を確認した。マイクロ波は電子レン

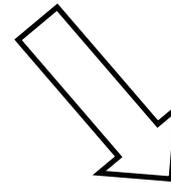
ジにも使われる電磁波の一種。物質を短時間で効率よく加熱できる半面、制御が難しく量産に使う技術としては不向きとされてきた。脂肪酸エステルはインクやプラスチック、化粧品原料や潤滑油に使う基礎化学品。

同社は大阪工場をマイクロ波製造技術のモデル工場と位置付け、大手化学・素材メーカーなどと共同出資の工場を15年以降に立ち上げる計画。生産品目は付加価値の高い電子材料やバイオ燃料などにも広がっていく。

# マイクロ波加熱のもう一つの特徴



マイクロ波の届く距離に制限がある(浸透深さ)



大型化を目指すなら不向き  
→ じゃあ、日本は今後も  
大量生産社会を目指すの？

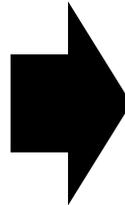
適産適消社会へのシフト  
→ 生産性の地域分散  
高効率化・低コスト化は必要

# 気をつけなければならないこと

技術革新がコストを下げる可能性がある (e.g. シェールガス)



もし森林バイオマス資源利用の生産コストが化石燃料の生産コストを下回ったら。。。。



【参考】 グリーンパラドックス

ドイツでは再生可能エネルギー重視により電気料金増

→ ドイツ企業がチェコに工場を作り、チェコの石炭火力・原子力発電を利用

100年後の生存圏・・・科学技術が発展すれば良いだけの時代は終わり

ここまで考える(取り込む)のが生存圏科学

# 生存圏科学がいざなうエネルギーの多様性

## 診断

- ・土地に合ったエネルギー資源調査  
(基本は太陽エネルギー)
- ・環境、経済等の問題把握 etc.

## 開発創成

- ・科学技術
- ・政策、外交 etc.

## 統御

- ・そのまま進めたら何が起きるか？
- ・持続的社会的視点 etc.

規矩作法 守りつくて 破るとも 離るるとても 本を忘るな (千利休)

【おまけ】 そういえば「科学道」ってあるのでしょうか？(教育的なことも含めて)