



**未利用資源から
無限大の価値を創造する!**
~農業を含む持続可能な経済循環の創出~

**東北大学大学院工学研究科・教授
ファイトケミカルプロダクツ(株)・CTO
北川尚美**

プロフィール



2/18

TOHOKU
UNIVERSITY

出身:埼玉県

専門:反応工学(化学+生物), プロセス(装置)設計

略歴:

- 1984年 埼玉県立**川越女子高校**卒業
- 1989年 東北大学**工学部**化学工学科卒業
- 1991年 同大学院工学研究科博士前期化学工学専攻修了
- 1994年 同大学院工学研究科博士後期化学工学専攻修了
博士(工学)を取得「植物細胞培養による物質生産」
- 1994年 東北大学反応化学研究所助手
- 2002年 同大学院工学研究科准教授
- 2017年 同大学院工学研究科教授
- 2018年 **ファイトケミカルプロダクツ株式会社を設立**
- 2018年 GSC賞文部科学大臣賞受賞
- 2019年 化学工学会賞研究賞受賞

100人に1人の女子学生



川女の桜並木

学科初女性博士でも職なし(泣)


Phytochem
Products Inc.

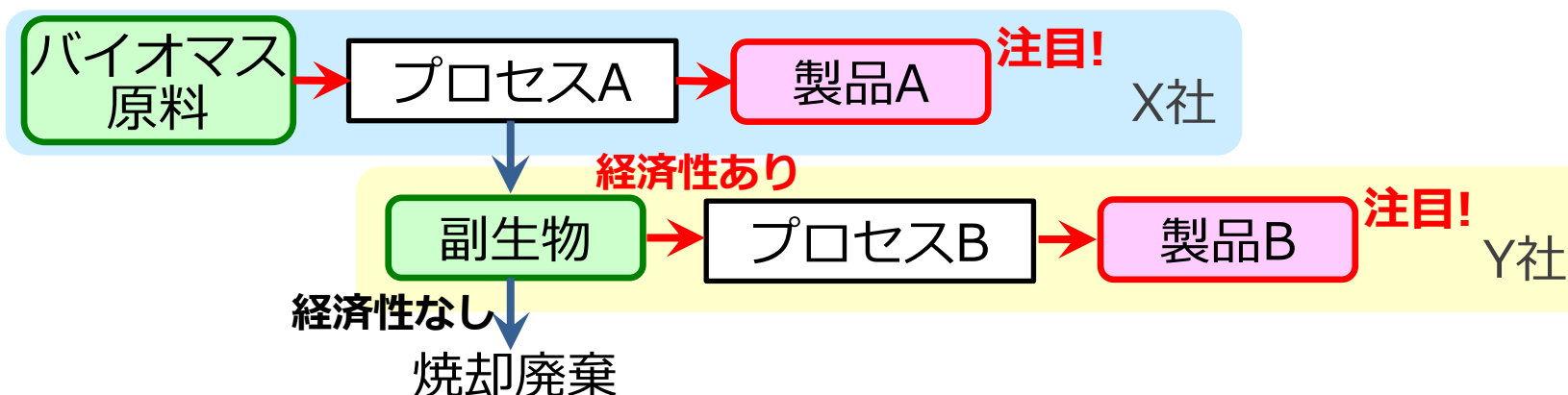


未利用資源を活用したビジネス
⇒環境適合性と経済性を両立する技術が必要

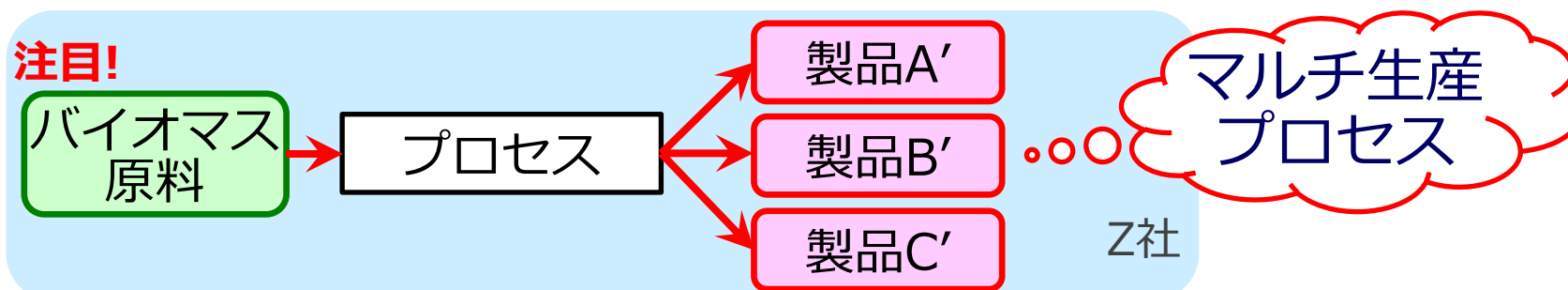


環境適合性と経済性を両立する技術の開発
⇒製造プロセスの再定義が必要

現行プロセス 製品に注目⇒単一製品の経済性のみ検討



新しい考え方 原料に注目⇒製品全体での経済性が重要



唯一の国産植物油に注目



5/18

バイオマス生育から最終製品化まで国内実施
土地利用も含め食と競合しない未利用資源

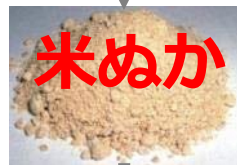


イネ
(玄米)

→ 精米工場
(米ぬか集積拠点)

→ 米
(食料)

【日本の基幹作物(農地利用 4割)
安定・持続生産が可能
世界3大穀物(日本:世界の2%)】



米ぬか

→ 脱脂米ぬか
(飼料・有機肥料)

↓ 粗油

→ 米サラダ油
(高機能の食用油)



他の食用油でも同様に発生
国内:33万t
世界:3800万t

副生(未利用)油

脂肪酸(非可食成分)

油脂

ビタミンE類

スクワレン

ステロール

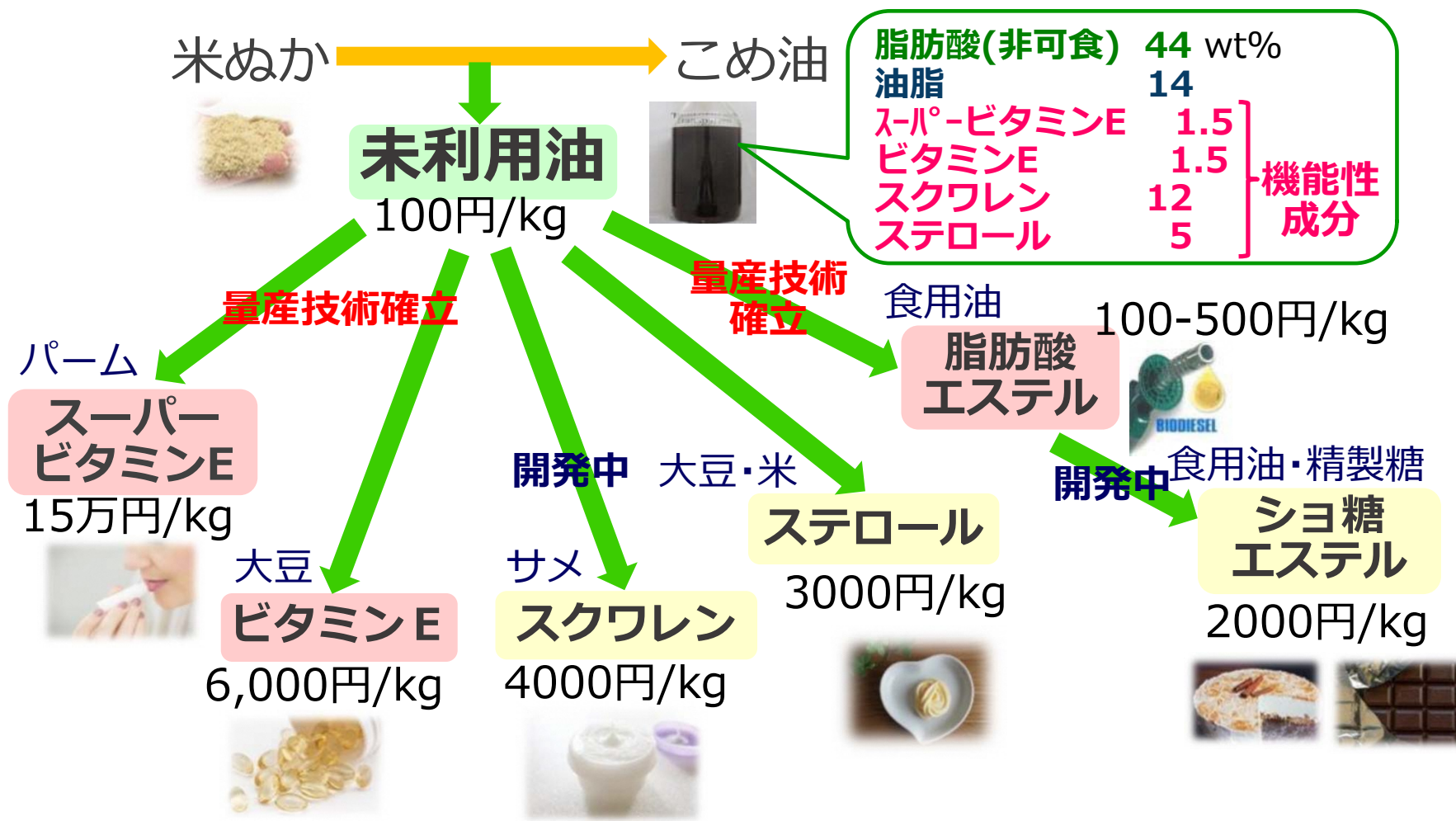
機能性
成分

脂肪酸除去が必須:
経済的な技術なし
⇒利用できずに焼却

本システムによる製品群

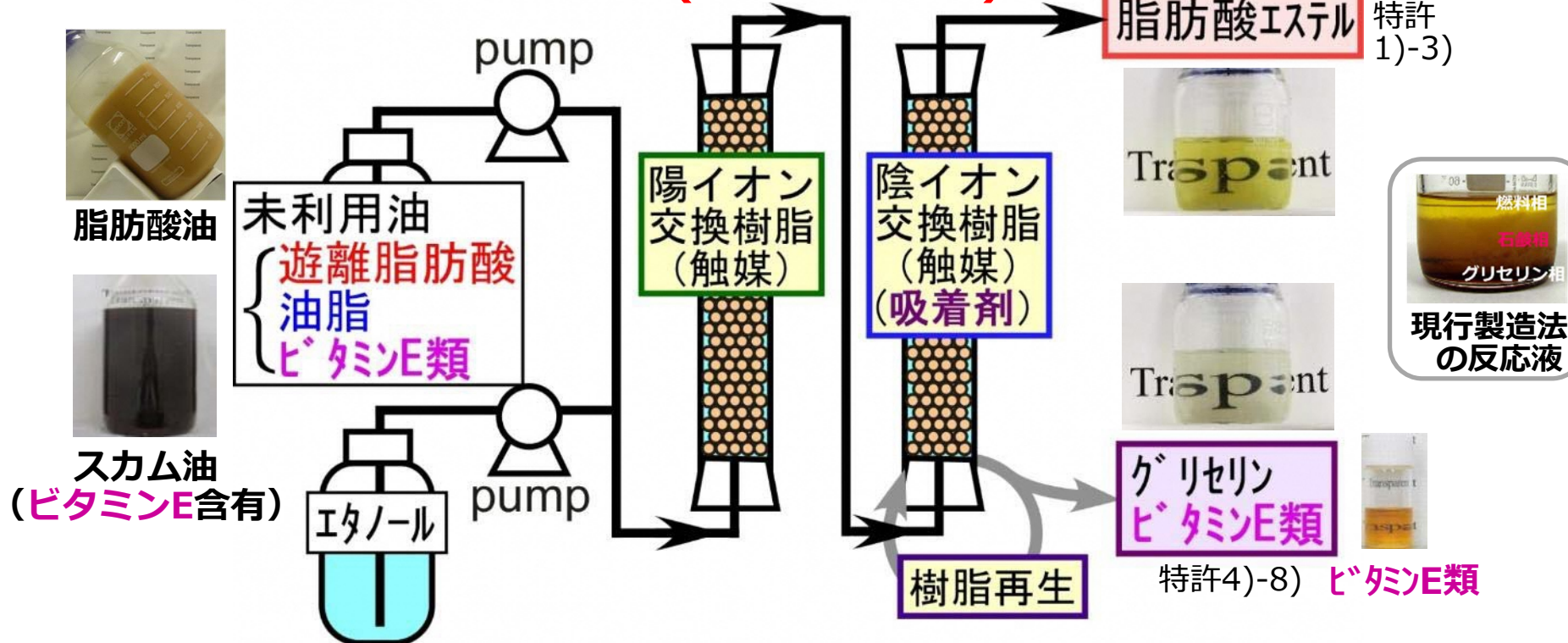


現在：異なる産業で別々の原料から製品化
未利用油から全てを製品化⇒新たな産業の形



東北大発「イオン交換樹脂法」 水処理の汎用樹脂:油中で高い触媒活性を発見

温和な条件で操作可能
(50°C大気圧下)



1)米本ら,特許第4198663号(2008), 2)北川ら,特許第5927949号(2016), 3)北川ら,特許第6536928号(2019),
4)北川ら,特許第5700188号(2015), 5)北川ら,特許第6256981号(2017), 6)北川ら,特許第6548087号(2019),
7)北川ら,PCTJP2018005526,特願2017-028299(2017), 8)Shibasaki-Kitakawa et al.,US996 3438B2

2004(H16)	<ul style="list-style-type: none">・ イオン交換樹脂の新たなエステル合成能を発見 ⇒新聞やTVニュースにより全国100社以上問合せ有
2006(H18)	<ul style="list-style-type: none">・ 樹脂へのビタミンE類の選択的な吸着を発見・ 企業とNEDO事業に応募準備⇒社長交代で中止
2008(H20)	<ul style="list-style-type: none">・ 自治体と経産省事業に採択⇒PL急死で装置完成せず
2009(H21)	<ul style="list-style-type: none">・ 大学独自にNEDO事業に採択⇒ベンチ1号機製作・ 東北の運送会社が事業化着手⇒倒産により中止
2010(H22)	<ul style="list-style-type: none">・ 大学独自に環境省研究費を獲得⇒ベンチ2号機製作
2012(H24)	<ul style="list-style-type: none">・ 大学独自に内閣府大型予算を獲得⇒パイロット製作
2013(H25)	<ul style="list-style-type: none">・ 複数の事業者が装置導入を検討⇒導入費が高く断念・ 東北の企業とJST事業に採択⇒ビタミンE事業化のFS
2015(H27)	<ul style="list-style-type: none">・ 企業とNEDO事業に採択⇒種子島に燃料製造装置導入・ 大学独自に環境省研究費を獲得⇒エタノール利用検討
2016(H28)	<ul style="list-style-type: none">・ NEDO事業に継続採択⇒自治体に燃料製造装置導入
2017(H29)	<ul style="list-style-type: none">・ 企業とJST事業に採択⇒乳化剤エステルの製造装置開発・ 東北大BIPプログラムに採択⇒独自の事業化を検討開始
2018(H30)	<ul style="list-style-type: none">・ GSC賞文部科学大臣賞を受賞・ 東北大発スタートアップを起業

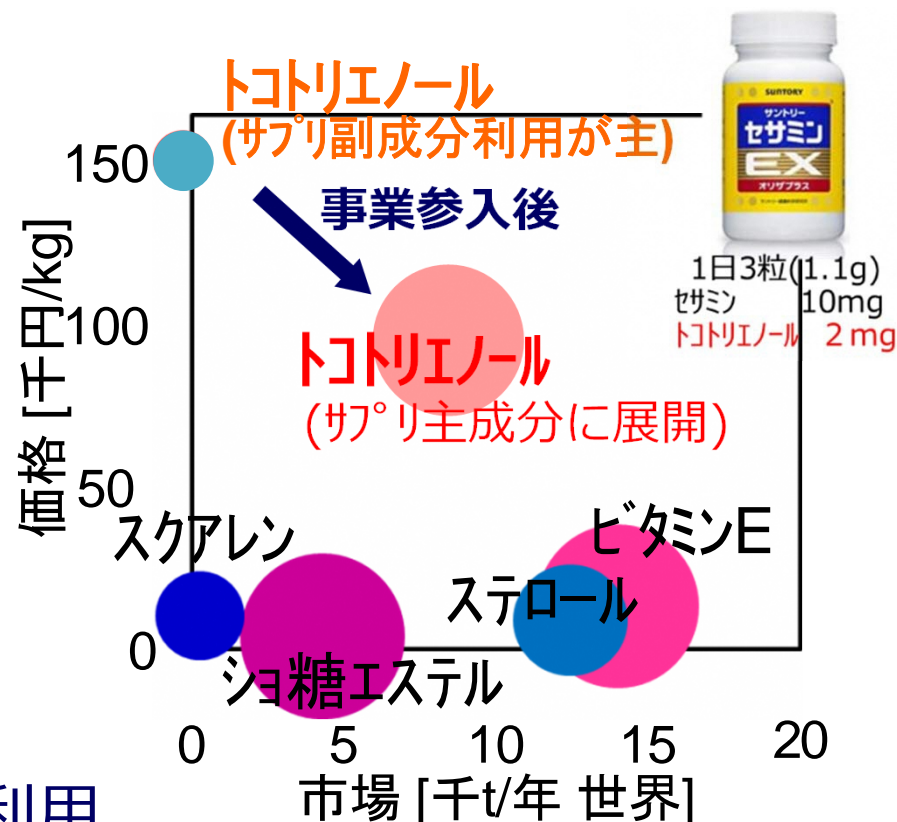
各製品の市場規模・成長性



**スーパービタミンE(トコリエノール):高価格でもニーズ有
低コスト・量産化⇒市場の飛躍的な成長**

米ぬか由来の製品の市場比較

成分	機能	市場規模 [t/y世界]	価格 [¥/kg]
トコリエノール	一般食品	150	150,000
トコフェロール	栄養	14,050	6,000
ステロール	トクホ, 医薬	13,000	3,000
スクアレン	一般化粧品	600	4,000
シヨ糖エステル	嗜好品	4,250	2,000



現状:高価格だが副成分として利用

樹脂法:低コスト化と量産化が可能

⇒主成分への展開で市場の飛躍的な成長

ビタミンE市場の特長



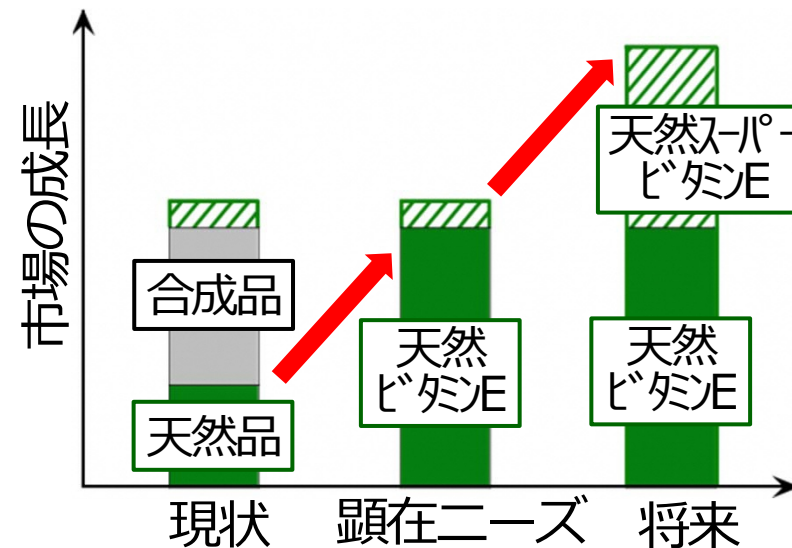
ビタミンE世界市場:2000億円 合成品が大半,天然品は廃棄⇒天然品を推進

ビタミンE類	世界市場 [t/y]		価格 [円/kg]		主な用途	活性	原料
ビタミンE	合成	128,300	合成	1,500	飼料,医薬品 サプリメント,食品	0.5 1	大豆,菜種
	天然	14,050	天然	6,000			
スーパービタミンE (トコトリエノール)	天然	150	天然	150,000 (高純度400万/1g)	サプリメント,化粧品	50	米糠,パーム

※ビタミンC市場：90,000t/y

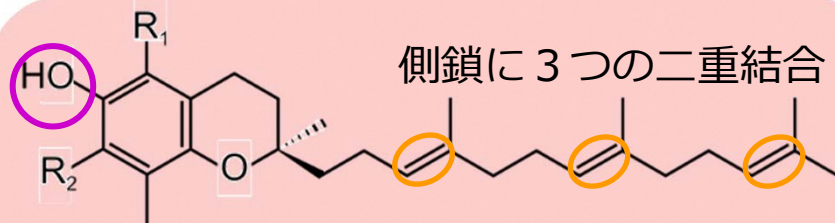
天然ビタミンE類の主な賦存量

原料	含有量 [wt%]		原料量 [千t/y]
	トコトリエノール	トコトリエノール	
大豆	—	9.1	284
菜種	—	4.0	128
パーム	0.38	0.12	4,536
米ぬか	1.6	1.5	52



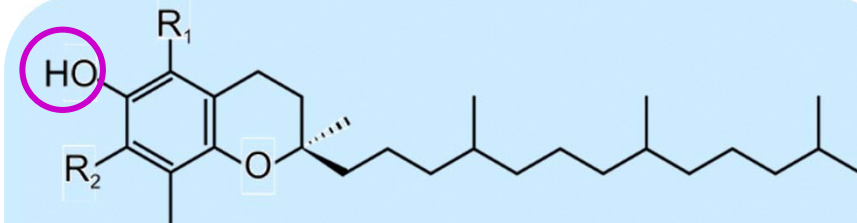
ビタミンEの数十倍の抗酸化活性 多機能で食品・化粧品の原料として注目

《老化抑制の抗酸化活性》 ビタミンEの50倍



トコトリエノール(スーパービタミンE)

- ・抗酸化作用後でも安定
⇒酸化促進なし(◎)



トコフェロール(ビタミンE)

- ・抗酸化作用後に不安定化
⇒他物質を酸化促進(×)

《トコトリエノールの独自機能》

食品

- ・コレステロール低下
- ・動脈硬化の予防/改善
- ・脳機能改善

化粧品

- ・ヒアルロン酸産生促進
(美肌,保湿)
- ・脱毛予防



ヒマシ油, パーム油, スクワン,
トコトリエノール, トコフェロール 他

原料:土地利用でも食との競合なし

製造法:低エネルギー, 廃棄物ゼロ, 高効率

安全・安心:アレルギーや毒性のない薬剤利用

食品原料

機能性表示食品制度が導入(2015年~)

商品化は安価な素材に集中(10万円/kg以下)

⇒高機能性の天然素材への要望大
商品開発用の高純度品と汎用品の需要増

化粧品原料

SDGsの観点から原料にも機能性試験にも
厳しい視点が導入(動物実験廃止など)

⇒原料由来や安全・安心な製造法を重要視



各製造法の特長比較



低環境負荷 + 高効率製造 + 安全な製品

ポイント、	比較項目	従来法(分子蒸留法)	樹脂法
低環境負荷	原料	パーム:負荷大 (環境破壊が問題視) ⇒3-0℃で不買運動	米ぬか:負荷小 (食料生産で副生)
	製品1kg製造時の エネルギー消費量	265 kWh	28 kWh (95%削減)
高効率製造	収率	27%	69% (2.5倍)
	運転形式	1つの反応器で繰返し製造 (装置サイズ大)	24h連続製造 (装置サイズ小)
安全性	溶媒	メタノール,トルエン (毒性の化石燃料由来)	バイオエタノール (安全なバイオマス由来)
	用途	食品添加物 化粧品原料	食品添加物 食品として利用できる 安全な素材

現状:異なる産業で製品化 樹脂法:産業を超えた新たなマルチプロセス

食品産業

植物油

精製

脱臭留出物
(スカム油)

エステル化
(均相酸)

多段分子
蒸留

加圧分離

ビタミンE

食用油

成分	含有量[w%]
遊離脂肪酸	40-95
トリグリセリド	5-60
ビタミンE類	0-10

※採算性のある原料(>8wt%)
からのみ製造

不要物
(脂肪酸エステル)

不要物

エネルギー産業

エステル交換
(均相アルカリ)

バイオディーゼル
(脂肪酸エステル)

不要物(グリセリン)

~~廃食用油~~

※採算性:食用油 > 廃食用油

世界のバイオディーゼル生産量(2018)

地域	原料	生産量 [万kL]
EU	菜種油	1,500(-6%)
米国	大豆油	690(+14%)
ブラジル	大豆油	530(+13%)
インドネシア	パーム油	410(+30%)
日本	廃食用油	1.4(-3%)

マルチ生産プロセスの実用機



15/18

TOHOKU
UNIVERSITY

昨年7月:マルチ生産の実用装置(中規模)完成



未利用油の高付加価値化と完全利用を達成

既存産業：米油製造企業

米ぬか → 米サラダ油

新産業：ファイトケミカルプロダクツ



未利用油

イオン交換
樹脂法

脂肪酸エステル
(発電用燃料)

こめスーパービタミンE
(食品・化粧品)

こめビタミンE
(食品・化粧品)

こめパラフィン
(化粧品)



企業として目指すところ



- 未利用資源から無限大の価値を創造
⇒ 農業を含む持続可能な経済循環を創出
- 新たな産業と地域雇用を創出
⇒ 技術と人材を世界に展開,SDGsに貢献

