

# 揮発性天然有機化合物 の分離方法

～ スギ材の乾燥排液に含まれる機能性物質への応用～

岩手大学 農学部 地域環境科学科  
森林科学コース  
教授 小藤田 久義

2026年3月3日

# 【 研究の背景 】

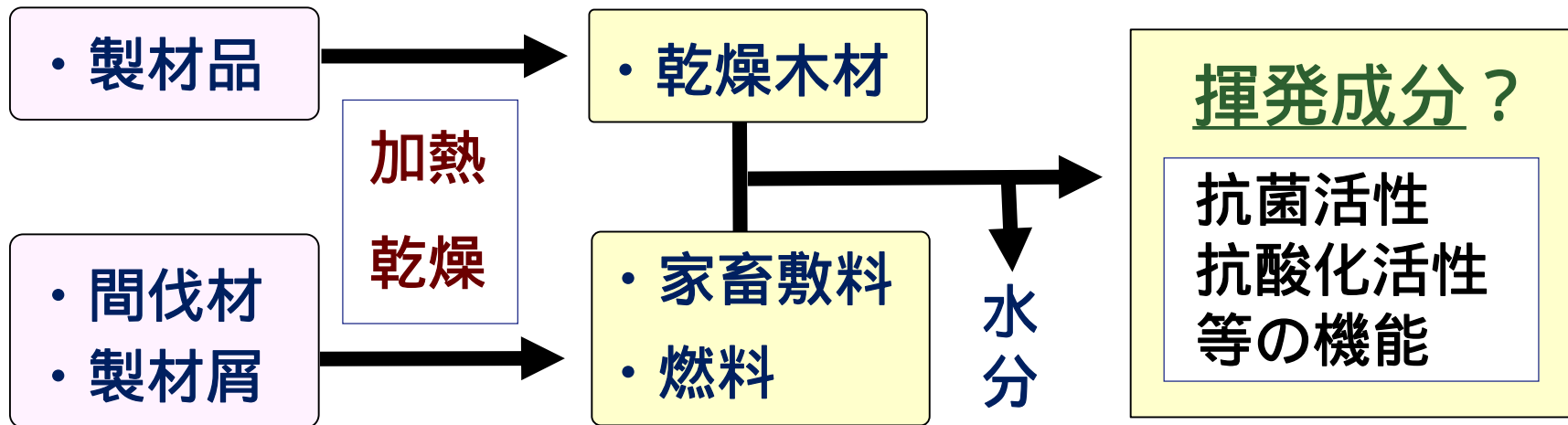
## スギ：日本固有で国内最大の森林面積

国内スギ人工林の  
平均樹齢 **約50年**

花粉大量発生期：30～60年（×）

炭素固定適齢期：11～40年（×）

スギ林の更新を促進するための活用法は？

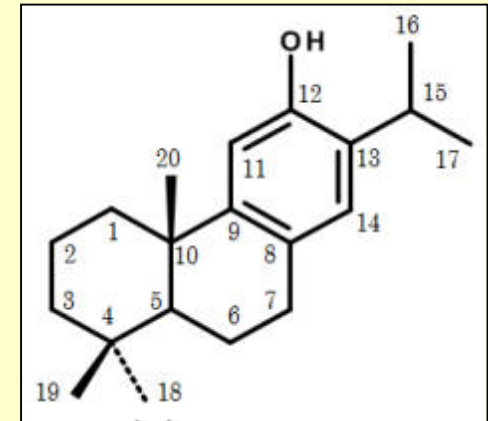


## 【スギ揮発成分フェルギノールの多機能性】

【分布】 スギ、サルビア、ローズマリー等

【機能】 抗菌活性<sup>1)</sup>、抗酸化活性<sup>2)</sup>、抗加齢作用<sup>3)</sup>、抗認知症作用<sup>4)</sup>、美白作用<sup>5)</sup>、抗腫瘍活性<sup>6)</sup>、抗ウィルス活性<sup>7)</sup>、殺ダニ活性<sup>8)</sup> 等の 多様な機能 を有することがこれまでに報告されている。

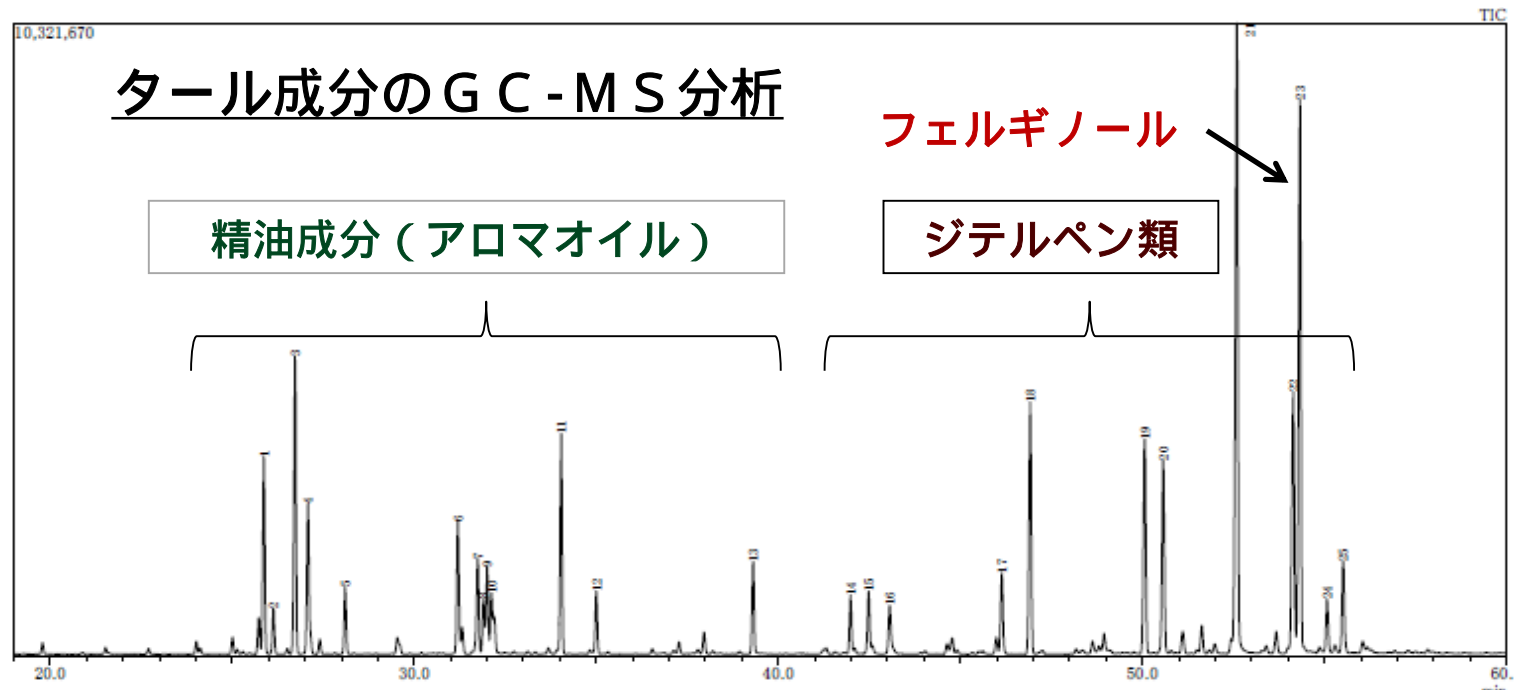
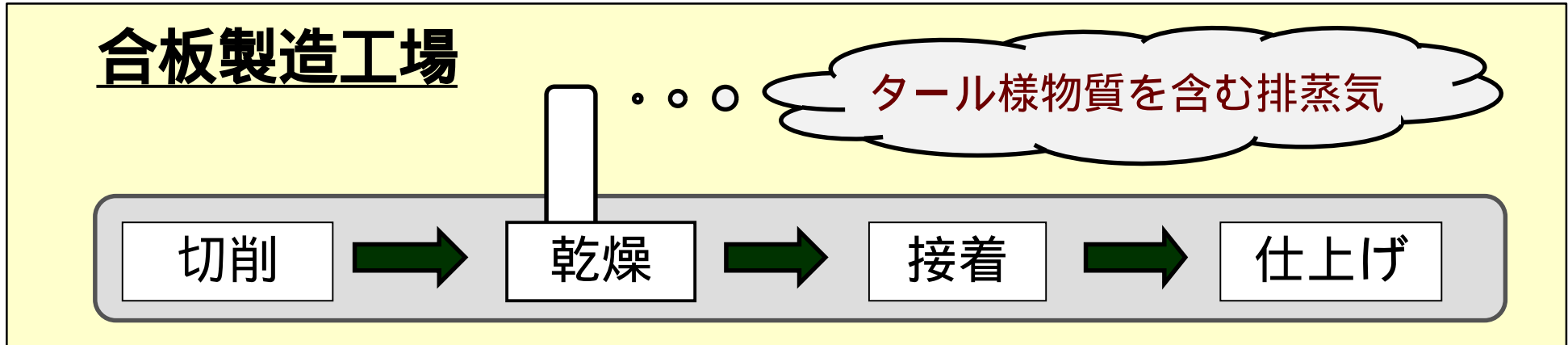
【参考価格】 ¥192,800/5mg (Sigma-Aldrich)  
その他にも数社から同程度の価格帯にて販売。



フェルギノール

参考文献： 1) Tsujimura, M., *et. al.* J. Wood Sci. 65, 19 (2019) 2) Saijo *et al.* Nat. Prod. Res. 29, 1739 (2015) 3) 山地ら 日本木材学会大会講演要旨集 238 (2017) 4) Yamaji *et al.* J. Wood Sci. 66, 76 (2020) 5) 服部ら (ポーラ化成) 特開平11-139930 6) Laila Moujir, *et. al.* Phytotherapy. Res., 10, 172 (1996) 7) Chih-Chun Wen, *et. al.* J. Med. Chem. 50, 4087 (2007) 8) Chang, S., *et. al.* J. Med. Entomol. 38, 455 (2001)

# 【 スギ材の乾燥排液に含まれる有用成分 】



# 【スギ材乾燥排液の成分組成における工場別比較】

## A 社会板工場からのタール試料

・揮発成分含有量：352g/kg  
(フェルギノール：120g/kg)

フェルギノール

フェルギノール

## B 社会板工場からのタール試料

・揮発成分含有量：608g/kg  
(フェルギノール：108g/kg)

10

20

30

40

50

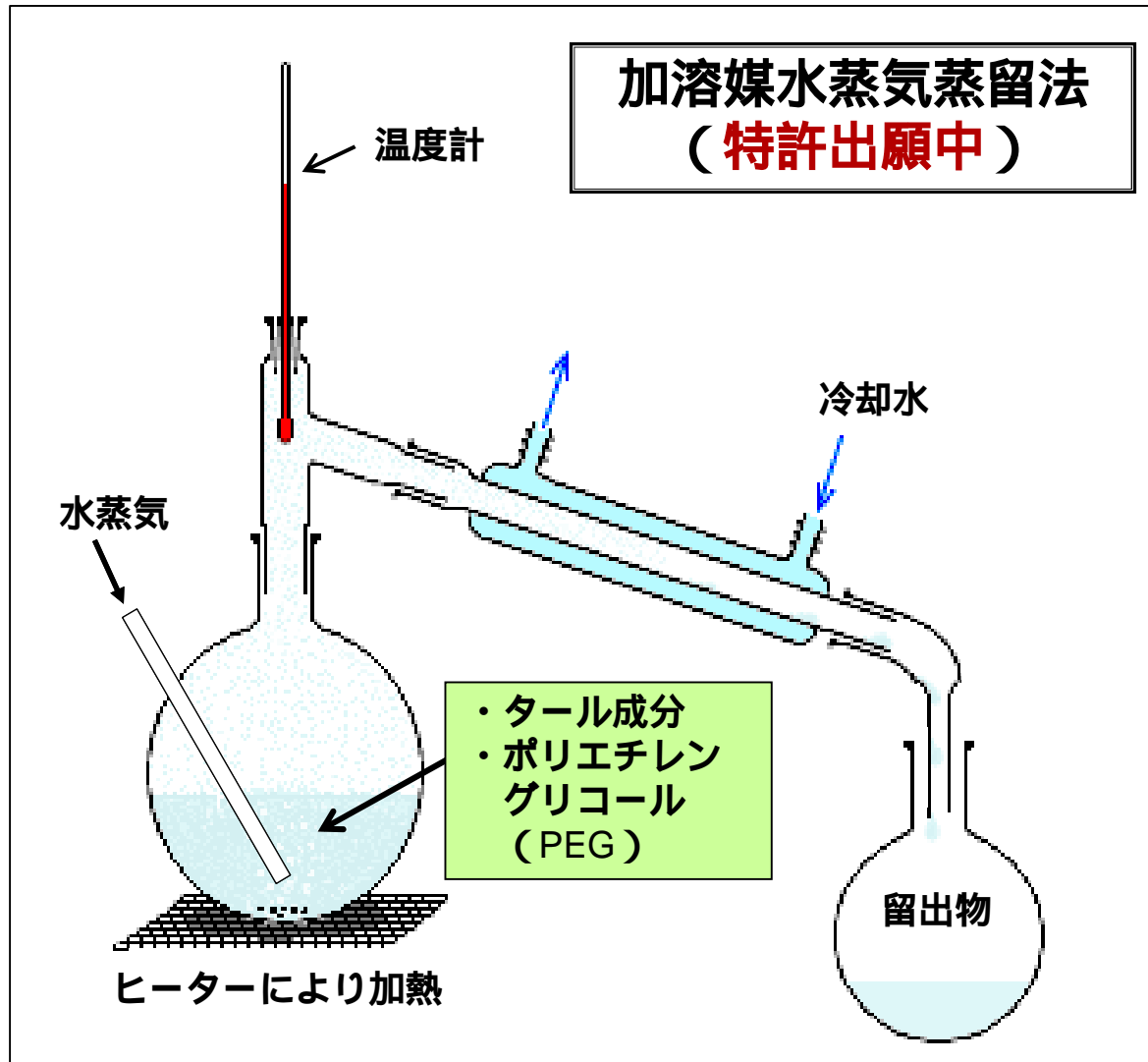
60

保持時間(分)

### 異なる工場由来のスギ単板乾燥副産物(タール)のGC分析結果

\* タール様物質の年間回収量：A工場-約50t、B工場-約100t

# 【新技術：加溶媒水蒸気蒸留法】



## 加溶媒水蒸気蒸留法

高沸点溶媒 (PEG) を加えた水蒸気蒸留により精油とジテルペンを分別回収

Step-1 : 低沸点画分(100 )  
精油(アロマオイル)が留出

Step-2 : 高沸点画分1 (175 )  
炭化水素ジテルペンが留出

Step-3 : 高沸点画分2 (250 )  
含酸素ジテルペンが留出

# 【スギ材乾燥排液からのフェルギノールの精製】

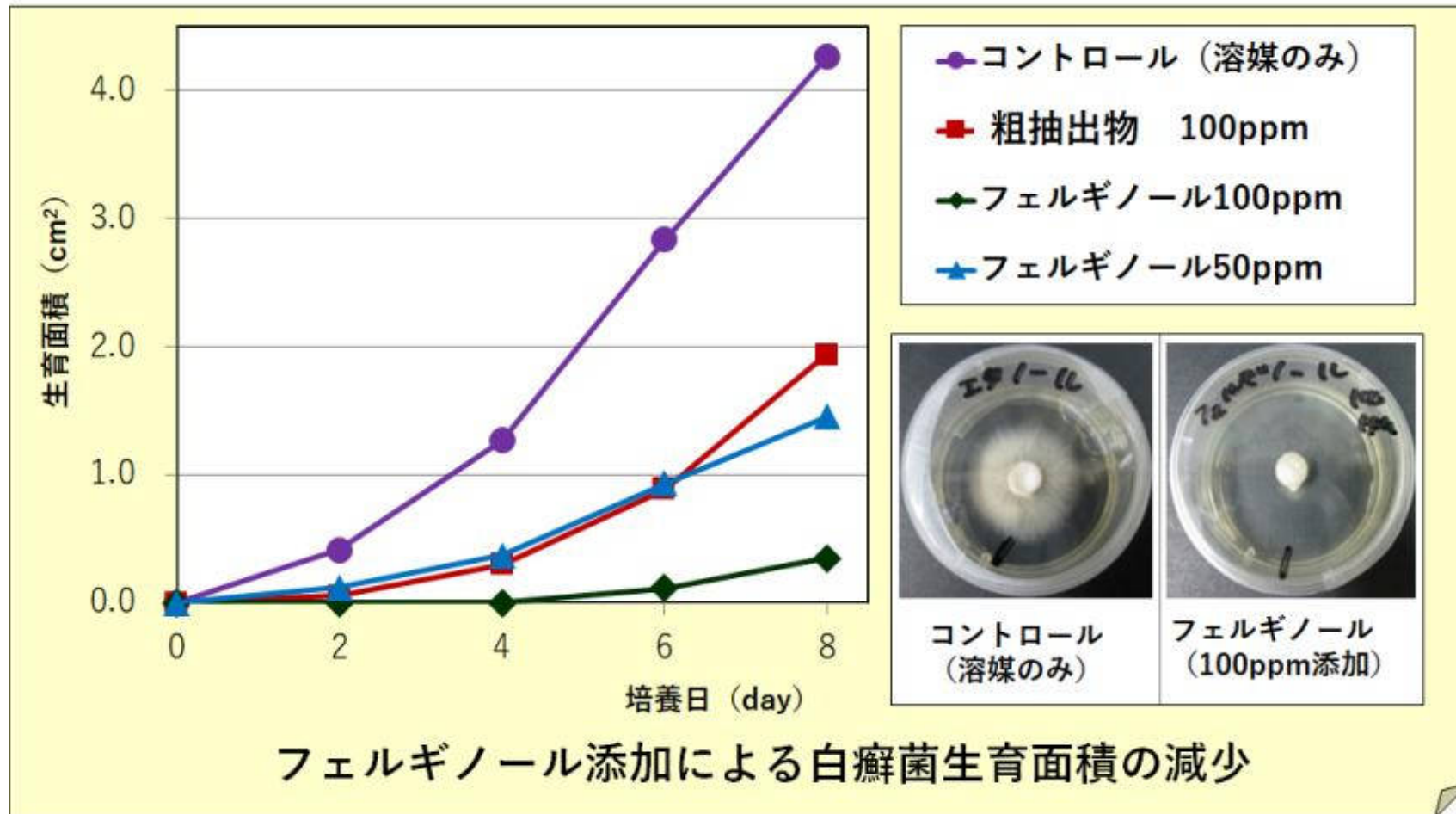
～ スギ材乾燥排液からの各画分収率とフェルギノールの精製プロセス～

	各画分		フェルギノール		
	収量(g)	収率(%)	収量(g)	収率(%)	含有割合(%)
乾燥タール成分	191.0	100	22.8	100	12.0
溶媒蒸留物 250°C画分	71.3	37.3	20.7	90.5	28.9
中圧クロマト	29.8	15.6	17.4	76.2	58.2
HPLC	13.3	6.9	13.3	58.0	100

スギ乾燥排液の  
フェルギノールを  
高純度で精製！

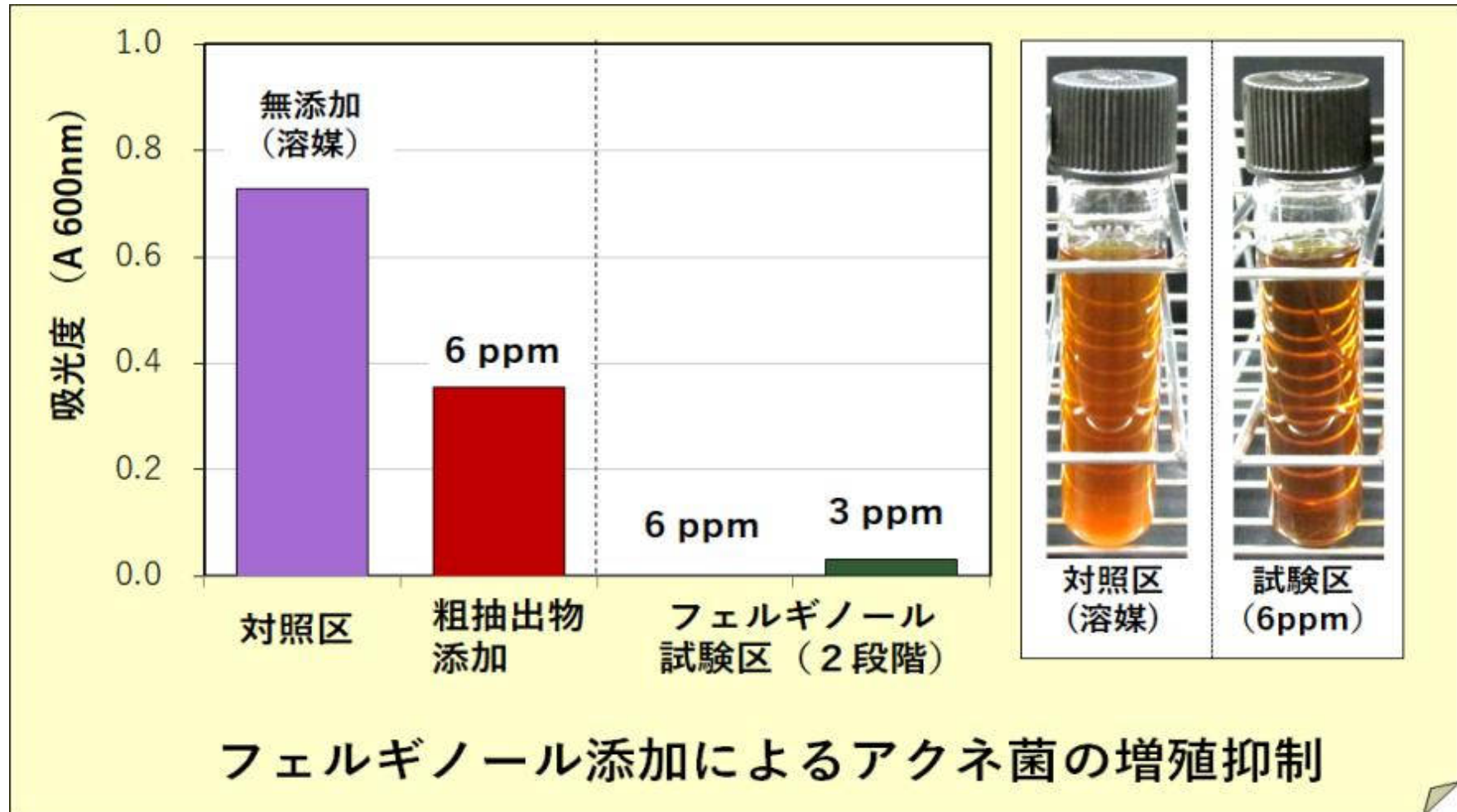
- ・ 原料の安定供給
- ・ 蒸留による分離  
選択的回収  
安価なプロセス  
大量処理可能

# 【応用例: 白癬菌に対する増殖抑制作用】



肌に優しく浸透性に優れた成分として**水虫**の予防・治療に応用

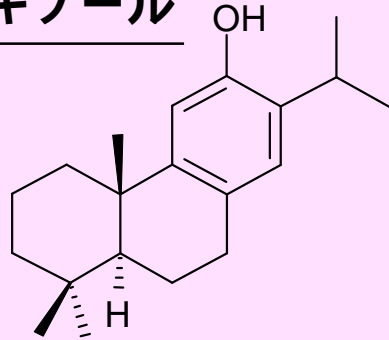
## 【応用例: アクネ菌に対する増殖抑制作用】



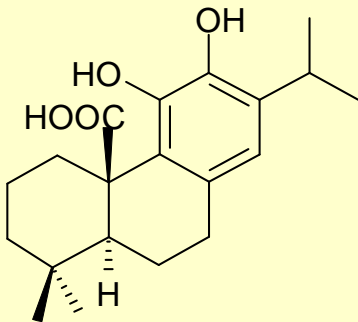
肌に優しく浸透性に優れた成分として**ニキビ**の予防・治療に応用

# 【応用例：市販の脂溶性酸化防止剤との比較】

## フェルギノール

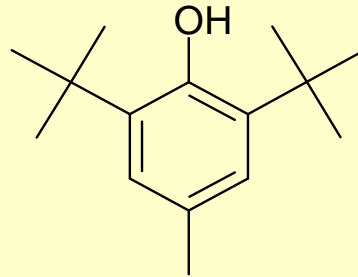


## カルノシン酸



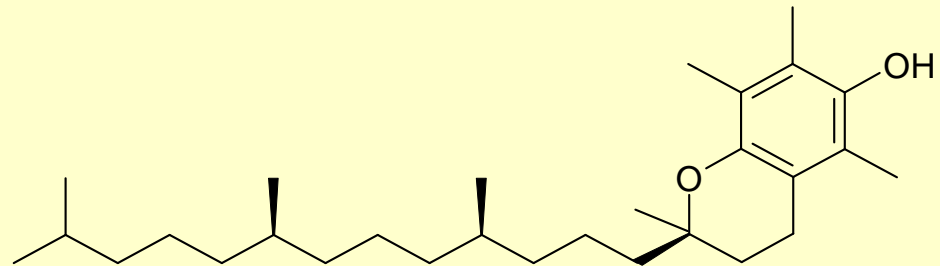
- ・ローズマリー抽出物の主成分であり、食品における酸化防止剤として使用されている。

## BHT (ブチル化ヒドロキシトルエン)



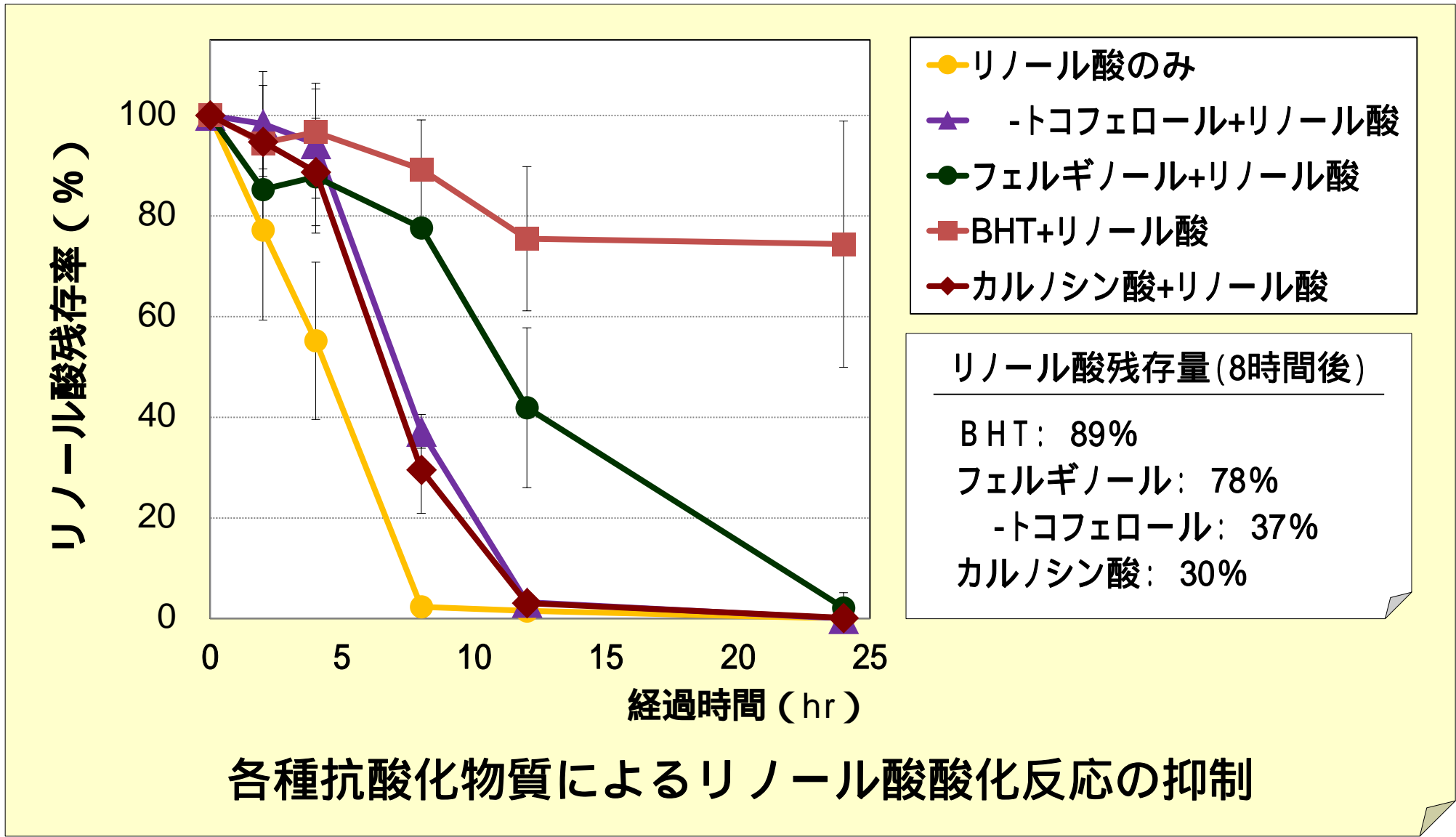
- ・脂溶性のフェノール類であり、代表的な酸化防止剤として化粧品やゴム・樹脂製品等に広く使用されている。

## -トコフェロール (ビタミンE)



- ・生体内に普遍的に存在する抗酸化成分。医薬品、食品、飼料などの酸化防止剤として広く使用されている。

# 【応用例：油脂に対する酸化防止剤としての作用】

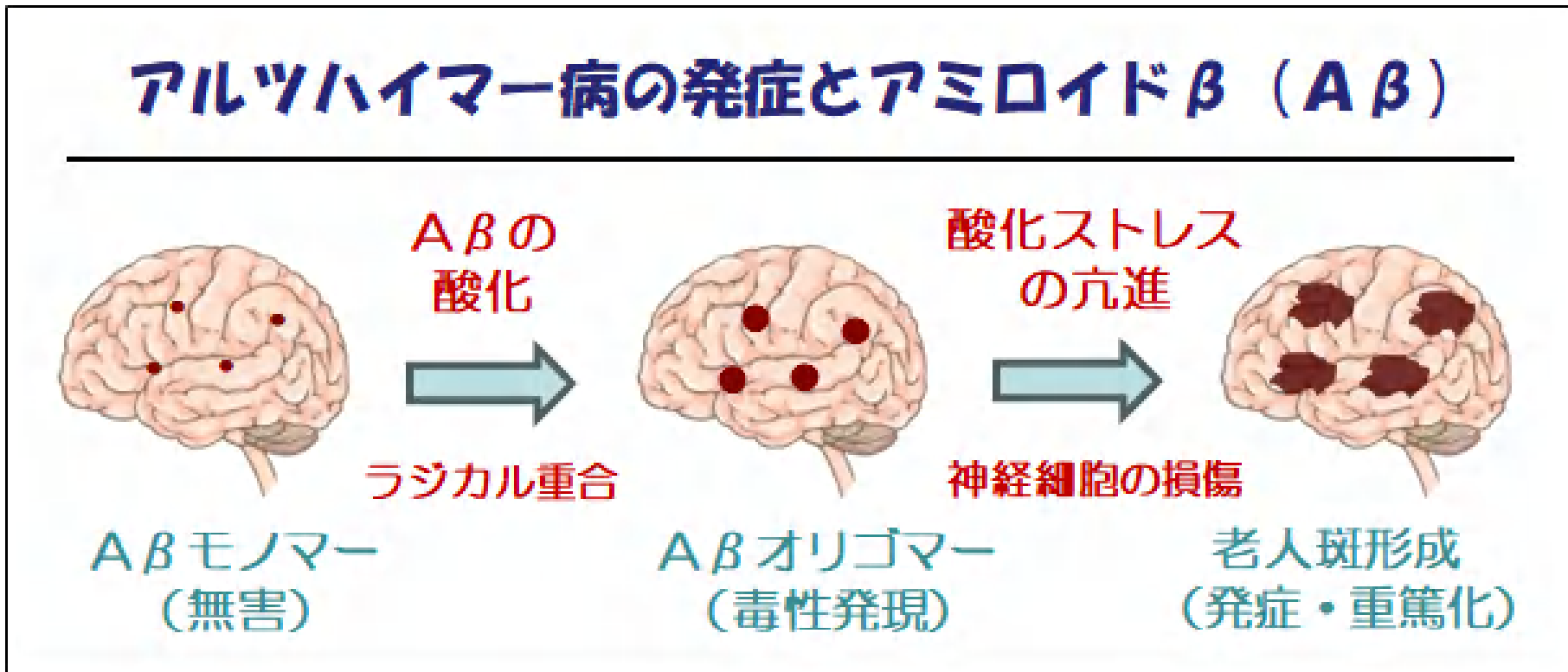


各種抗酸化物質によるリノール酸酸化反応の抑制

-トコフェロール・カルノシン酸を凌ぐ**抗酸化作用**を確認

# 【応用例:アルツハイマー病の予防・治療】

～ A 酸化反応による神経毒性の発現機構 ～



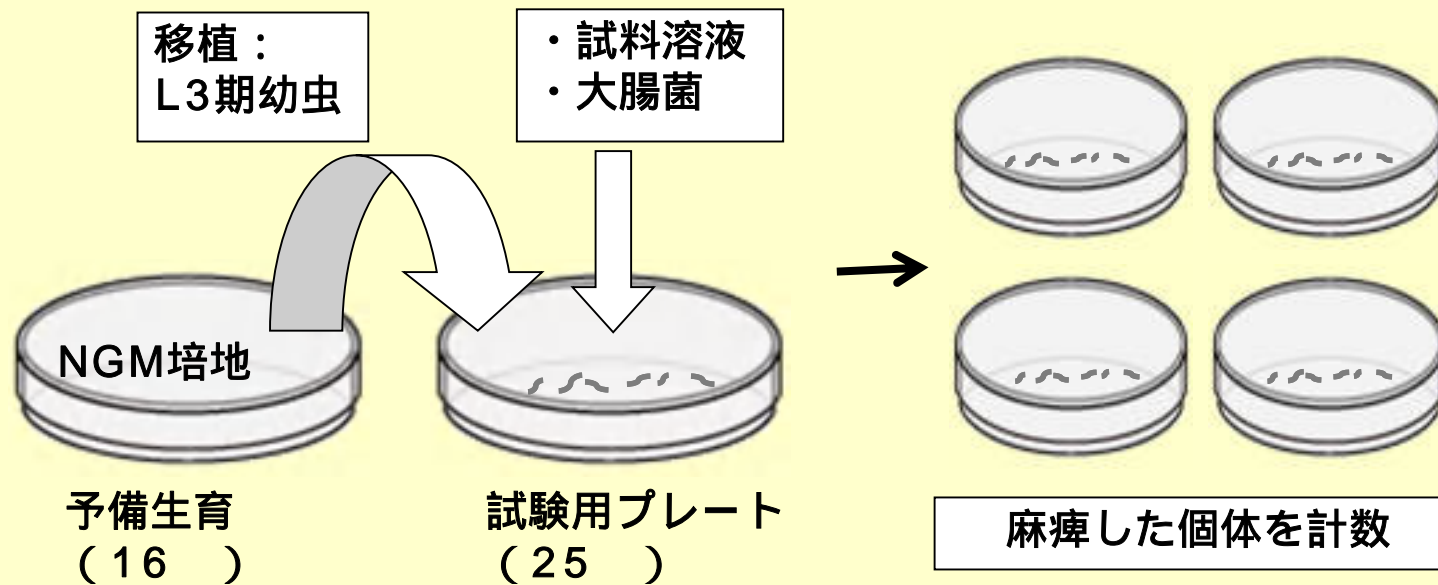
フェルギノールの抗酸化作用による  
アルツハイマー病の予防が可能では？

## 【応用例：バイオアッセイによるA 毒性緩和作用の評価】

### 【A 毒性緩和作用の評価方法】

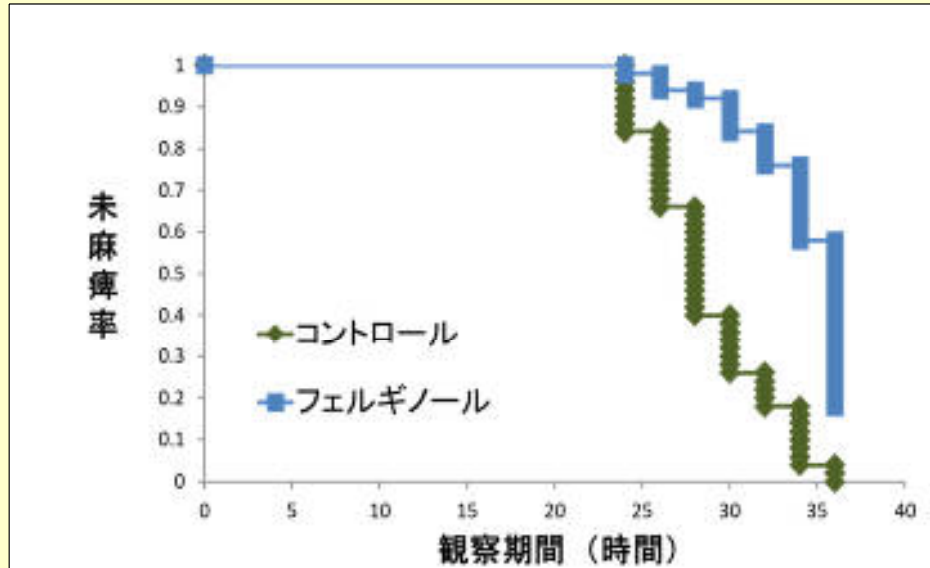
遺伝子組み換え線虫：C. elegans CL4176によるバイオアッセイ

- ・ CL4176系統：温度依存性A 合成遺伝子を有する組み換え線虫
- ・ 通常は16℃で生育し、25℃に昇温するとAが発現 麻痺する。



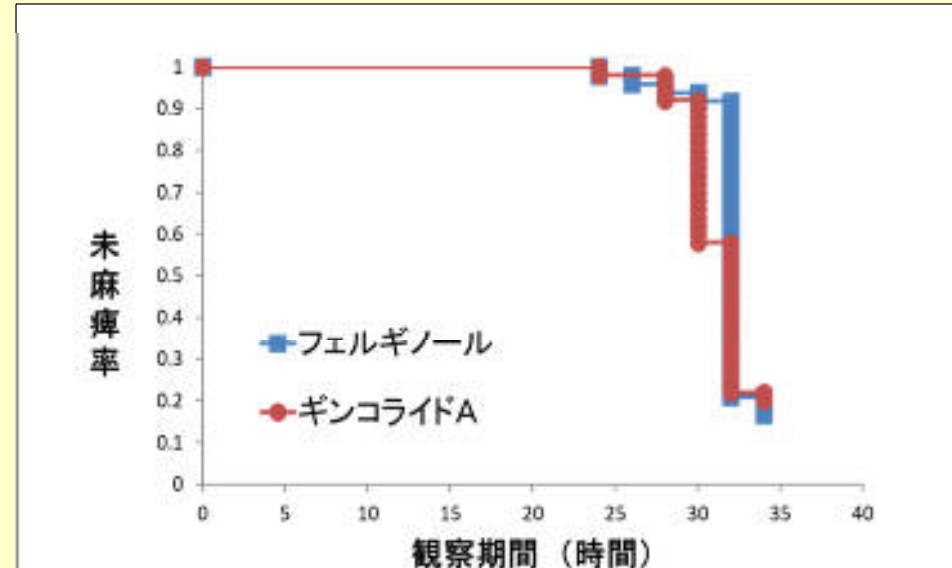
# 【応用例：フェルギノールのA 毒性緩和作用】

フェルギノールのA 毒性緩和作用



フェルギノール投与による効果

従来 of 活性物質との作用比較



ギンコライドAとの比較

経口投与では脳に適用困難

経鼻吸収・経皮吸収により患部に到達

## 【従来技術とその問題点】

スギのジテルペン成分であるフェルギノールは**多機能性物質**であり・抗菌活性、抗酸化活性等に関する**高い応用可能性**が報告されている。

しかしながら、フェルギノールを分離・回収するためには**有機溶剤抽出と複雑な精製工程が必要**であるため、高価な研究用試薬を購入するほかに入手方法がなく、現在に至るまで原料として調達するための一般的な**市場が存在していない**。

## 【新技術の特徴・従来技術との比較】

スギ材の乾燥副産物(タール)にはフェルギノールが主要成分として含まれているため、これをそのまま原料として用いることにより**有機溶剤による抽出が不要**となる。

さらに本研究において開発された「加溶媒水蒸気蒸留法」を用いることにより、従来の水蒸気法では分離困難であったフェルギノールのような高沸点ジテルペン成分の**分別蒸留に成功**した。

タールから分離されたジテルペン類はそのまま利用することもできるが、フェルギノールをクロマトグラフィー等の手法によって精製し、一定条件で結晶化させることにより**高純度の粉末状製品を供給**することも可能となっている。

## 【想定される用途】

加溶媒水蒸気蒸留法：本技術の特徴は高沸点揮発成分を低コストで安全に分別蒸留できることにある。スギ成分以外にも同様の高粘度原料から有用物質を分離することが可能と考えられる。

フェルギノール：本技術により画期的な低価格での供給が可能となるため、当面はその多機能性を応用した様々な商品開発のための材料として幅広く活用されることを期待したい。

## 【実用化に向けた課題】

**溶媒の再利用特性**：加溶媒水蒸気蒸留で使用する溶媒（PEG）の再利用によるコスト低減が可能と予想されるが、**溶媒リサイクル回数の実証データ**が必要である。今後は溶媒再利用の繰り返しにより生じる問題点を明らかにするとともに改善方法についても検討する。

**フェルギノールの効能**：フェルギノールの皮膚への浸透性についてはこれまで実験的な証明がなされていないため、実用化に向けてヒト皮膚組織モデル（Strat-M：メルク社製）による経皮吸収試験を行い、フェルギノールの**皮膚浸透性**について検証する。

# 【社会実装への道筋】

時期	商品化に向けての課題	事業化の取り組み
基礎研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スギ材乾燥排液からフェルギノールを分離精製する基本的技術の開発</li> <li>・フェルギノールの多面的な機能に関する実用性の検証</li> </ul>	—
現在	<ul style="list-style-type: none"> <li>・精製方法の確立と特許出願</li> <li>・安全性に関する第三者評価</li> <li>・量産化に向けた課題の洗い出し</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原料の調達に関する協議</li> <li>・関係企業へのヒアリング (説明会等での市場調査)</li> </ul>
3年後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・テストプラントによる生産体制確立</li> <li>・商品化に向けた開発企業との連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原料調達から商品製造・販売に関わる企業組織の構築</li> </ul>

## 【企業への期待】

加溶媒水蒸気蒸留法：食品工業における廃液や、液状の加工副産物を有効活用したいと考えている企業には、本技術の導入による**新規な分離回収法の開発**についてご検討いただきたい。

フェルギノール：量産法の確立および安全性の確認（第三者による評価）が終了した後、化粧品または医薬品原体としての**フェルギノールの機能に関連した製品開発技術を持つ企業との共同研究を希望。**

## 【企業への貢献、PRポイント】

加溶媒水蒸気蒸留法：秘密保持契約を締結した後に、本技術の適用可能性についての助言や本格的な導入にあたっての技術指導等の協力が可能。

フェルギノール：商品開発の初期段階では格安でのサンプル提供が可能。あらかじめ急性毒性、遺伝毒性、皮膚刺激性の三点における安全性評価を行う予定。

# 【本技術に関する知的財産権】

## < 製法: 加溶媒水蒸気蒸留法 (特許公開中) >

- ・発明の名称 : 揮発性有機化合物の分離取得方法および揮発性有機化合物含有材料の製造方法
- ・出願番号 : 特願2024-005286
- ・出願人 : 岩手大学

## < 機能: フェルギノールの抗認知症作用 (特許取得済) >

- ・発明の名称 : 神経変性に対する保護剤
- ・特許番号 : 特許 第7007705号
- ・出願人 : 岩手大学

## 【産学連携の経歴】

- |             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| 2007年-2008年 | JST地域イノベーション創出支援事業に採択       |
| 2007年-2009年 | A株式会社と共同研究実施                |
| 2008年-2010年 | B株式会社と共同研究実施                |
| 2015年-2016年 | C株式会社と共同研究実施                |
| 2016年-2017年 | D株式会社と共同研究実施                |
| 2017年-2019年 | E株式会社と共同研究実施                |
| 2017年-2019年 | 株式会社Fと共同研究実施                |
| 2018年-2019年 | Gと共同研究実施                    |
| 2019年-2021年 | Hと共同研究実施                    |
| 2025年       | JST研究成果展開事業 SBIR フェーズ1支援に採択 |

## 【お問い合わせ先】

岩手大学

研究支援・産学連携センター

知的財産ユニット

TEL : 019-621-6494

e-mail: [iptt@iwate-u.ac.jp](mailto:iptt@iwate-u.ac.jp)