
社会技術革新学会 第5回学術総会

予稿集

- 開催日 : 2011年9月28日(水)
- 会場 : 学術総合センター 中会議場

社会技術革新学会
(現場基点学会)

■ プログラム ■

受付開始 9:45

午前の部		10:20～	
			(敬称略)
10:20～10:25		開会挨拶	増田 優 社会技術革新学会会長
10:25～10:40		奨励賞伝達式(対象者2名)	
10:40～11:25	[記念講演]	研究の工業化ー私の成功と失敗の事例	山崎 徹 化学工学会 SCE・Net
11:30～11:55	[発表]	技術革新がもたらしたエネルギー革命 ーシェールガス革命がもたらすエネルギー勢力 図の再編ー	須藤 繁 帝京平成大学現代ライフ学部 経営マネジメント学科
11:55～12:20	[発表]	太陽熱利用システムにおける熱媒技術の役割	椿 善太郎 綜研テクニクス株式会社 技術統括部 技術開発部
12:20～12:45	[発表]	石油販売業の公共性と社会インフラの側面に関 する考察	吉原 有里 お茶の水女子大学
昼食休憩			
午後の部		13:30～	
13:40～14:40	[特別講演]	放射線のリスクと社会の混迷	保田 浩志 放射線医学総合研究所 放射線防護研究センター
休憩			
15:00～15:25	[発表]	微粒化技術と社会ニーズ	今井 健太 大川原化工機株式会社 開発部 特機グループ
15:25～15:50	[発表]	多品種生産におけるコンタミネーション防止の 取り組み	山崎 勉 綜研化学株式会社 生産技術部
		閉会挨拶	

題名、発表順は都合により変更になる場合があります。

※終了後、意見交換会を行います(会費制)

■ 資料目次 ■

1. 奨励賞（2011年）関連資料

対象者氏名および業績 ----- 1

2. 奨励賞伝達式記念講演

研究の工業化—私の成功と失敗の事例

山崎 徹（化学工学会 SCE・Net）----- 3

3. 特別講演

放射線のリスクと社会の混迷

保田 浩志（放射線医学総合研究所）----- 19

4. 口頭発表

1) 技術革新がもたらしたエネルギー革命

（シェールガス革命がもたらすエネルギー勢力図の再編）

須藤 繁[○]（帝京平成大学）----- 21

2) 太陽熱利用システムにおける熱媒技術の役割

椿 善太郎[○]（綜研テクニクス株式会社）----- 31

3) 石油販売業の公共性と社会インフラの側面に関する考察

吉原 有里[○]、増田 優（お茶の水女子大学）

須藤 繁（帝京平成大学）----- 37

4) 微粒化技術と社会ニーズ

今井 健太[○]、小金井稔元（大川原化工機株式会社）----- 43

5) 多品種生産におけるコンタミネーション防止の取り組み

山崎 勉[○]（綜研化学株式会社）----- 45

■ 社会技術革新学会奨励賞(2011年)伝達式 ■

対象者氏名および業績

対象者氏名	業 績
山崎徹	<p>社会的な教育活動である知の市場に参画し、過去6年以上にわたって自ら講師として化学工業や生物医薬について講義を実施するのみならず、科目の取りまとめや講座の運営に多大なる役割を果たし、科学技術分野の技術革新と社会変革の教育のあり方に示唆を与えた。2011年度からは現場基点を念頭に、新たな連携機関の参画を実現して現役職業人を講師陣とする新規科目を拡充するなど教育活動はますます広がりを見せている。</p>
高嶋清州	<p>2010年9月の第4回学術総会において口頭発表した後、社会技術革新学会誌「技術革新と社会変革—現場基点—」の第4巻第1号に短報「中堅研究開発型企业における知財活動とその課題」を投稿し、近年日本製品に関する技術流出などが増加している経緯を踏まえつつ中堅企業における知的財産部門の重要性、特許侵害回避への取り組みと課題への対処方法などについての事例を示し、事業の海外展開に伴う知的財産活動の変化に関して現場基点の視点に立つ新たな事例を社会に紹介した。</p>

[奨励賞伝達式記念講演]

研究の工業化 - 私の成功と失敗の事例

山崎 徹

化学工学会 SCE・Net

社会技術革新学会 第5回学術総会
2011.9.28



研究の工業化-私の成功と失敗の事例

山崎 徹
化学工学会SCE・Net

研究の工業化-私の事例

何れも東レ(株)における業務で担当した事例、シーズオリエンテッド型

フェーズ	合成繊維原料 シクロヘキサン トルエン不均化	合成繊維原料 テレフタル酸ジメチル	合成香料 大環状ラクトン	生物医薬 インターフェロン
研究	○ 基礎研究所(鎌倉)	○ 化成品研究所 (三島)	○ 基礎研究所(鎌倉)	○ 基礎研究所(鎌倉)
プロセス開発	○ 工務研究所(滋賀)	○ 化成品研究所 (三島)	○ 基礎研究所(鎌倉) / 曾田香料	○ 基礎研究所(鎌倉)
化工設計 (プロセス設計)	○ 工務研究所(滋賀)	○ 化成品研究所 (三島)		○ 基礎研究所(鎌倉)
工場建設 ・試運転	○ 川崎工場	○ 三島工場	○ 曾田香料/基礎研 究所(鎌倉)	○ 三島工場
定常運転 (生産管理)	川崎工場	三島工場	曾田香料	○ 三島工場
(稼働期間)	1969~1983~1988	1973~1983	1976~	1985~

 
この2テーマについて紹介する

合成繊維原料 DMT製造プロセスの開発

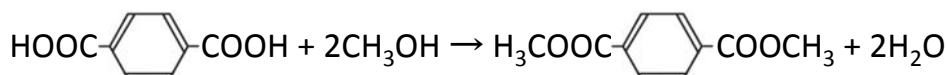
- ポリエステルの原料DMT
- 何故TPAとEGを直接重合せずDMTを経由するのか？
- DMT製造プロセスの課題と解決方針
- 繊維原料であるDMTプロセス開発の困難
- 主要装置の設計方法(DMT精製方法の比較、スイスでの蒸留実験、パイロットプラントでの開発実験)
- プロセスフローシート
- 設計と試運転結果の比較
- 品質見達の原因と解決策
- 試運転から定常運転へ
- 技術面の反省

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

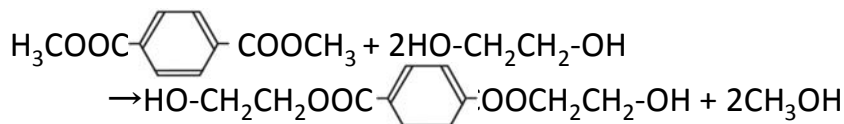
3

ポリエステル原料DMT

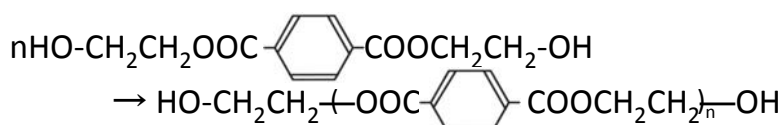
- TPA(テレフタル酸)



- DMT(テレフタル酸ジメチル)



- BHT(ビスヒドロキシエチルテレフタル酸)



- PET(ポリエチレンテレフタレート) → 繊維、フィルム、樹脂

Copyright ? 2011 Toru Yamazaki

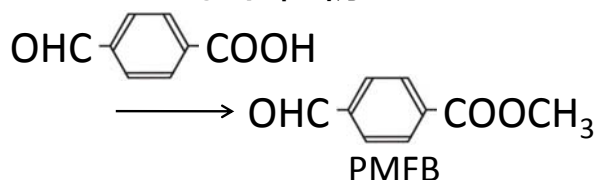
4

何故TPAとEGを直接重合せず、DMTを経由するのか？

- TPAは溶融、蒸発することのない個体化合物で、純度の高い工業製品を当時の技術では得ることができなかった。
- エステル化することで精製することが可能となった。

晶析、酸化、蒸留

- TPAの主な不純物 PFBA



<TPAとDMTの性質>	
TPA	形状 白色粉末
	融点 なし(昇華300°C)
	沸点 なし(分解)
DMT	形状 粉末状結晶
	融点 145°C
	沸点 288°C

現在は、純度の高いTPAを生産することができるようになり、TPAの直接重合が可能となっている。

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

5

DMT製造プロセスの課題と解決方針

- ICI法 エステル化; 硫酸触媒、回分法
精製; 晶析(再結晶)

1970年代初め頃の課題

- 排水負荷が大きい(排水規制に対応)。
工場排水BOD 250 → 110 → 15ppm
- コストダウンの必要性。
- DMT品質の向上

- 連続大型DMT製造プラントへの転換
(1系列10万トン/年)
 - 連続エステル化(高温、Sn触媒)
 - 新規精製法; 蒸留精製(cf.酸化精製)

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

6

繊維原料であるDMTプロセス開発の困難

- 糸の生産量確保の絶対性→DMT供給に穴をあけることは出来ない！
- 糸性状の変化の回避→原料の小さな変動も織斑、染め斑となって現れる。糸性状に変化を表さない切り替えが必要。
- 自社の後工程(重合、製糸)だけでなく、織布、染色を含めてプロダクションチーム全員の完全な合意による原料の切替え→織物の染め斑、風合い、色合いを見る工場実験の反復実施

保守性を認めつつ、いかにスムーズに変化を受け入れてもらえるか！

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

7

主要装置の設計方法

主要装置	設計性能	基礎データ	パイロット装置	化工設計の方法
エステル化				
第1段;管型反応器	反応率; 90%	反応速度 データ	小型連続プラント 12,000トン/年 (既存)	小型連続プラントの データを参照しつつ シミュレーションによ り設計
第2段;反応蒸留塔	反応率; 99.5%	反応平衡 データ		
蒸留精製				
第0段;蒸発、残渣 除去				
第1段;低沸不純物 除去(スルザーパッ キン)	PMFB/DMT :10ppm	気液平衡 データ α (PMFB/DMT) =1.052	スルザー社テスト 装置による性能確 認 パイロットプラント による品質評価	理論段計算 スルザー社のHETP データ 1m=5理論段
第2段;モノエステル (MMT)除去(シーブ トレイ)		気液平衡 データ	ICI法の最終蒸留 装置と同じ	理論段計算と塔効率 の推定

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

8

DMT精製方法の比較

1. 晶析法

大量のメタノールで洗浄再結晶を繰り返し不純物を除去する。
メタノールの循環再使用のため、蒸留費と逸出薬液でのコストアップならびに排水負荷が増加する。

2. 酸化精製法

化学反応によるため10ppmオーダーまでの不純物分解反応に変動があり到達品質が不安定になる。

3. 蒸留精製法

不純物とDMTの揮発度が近似し高性能の蒸留塔を必要とする。
完成すればコスト的には有利。

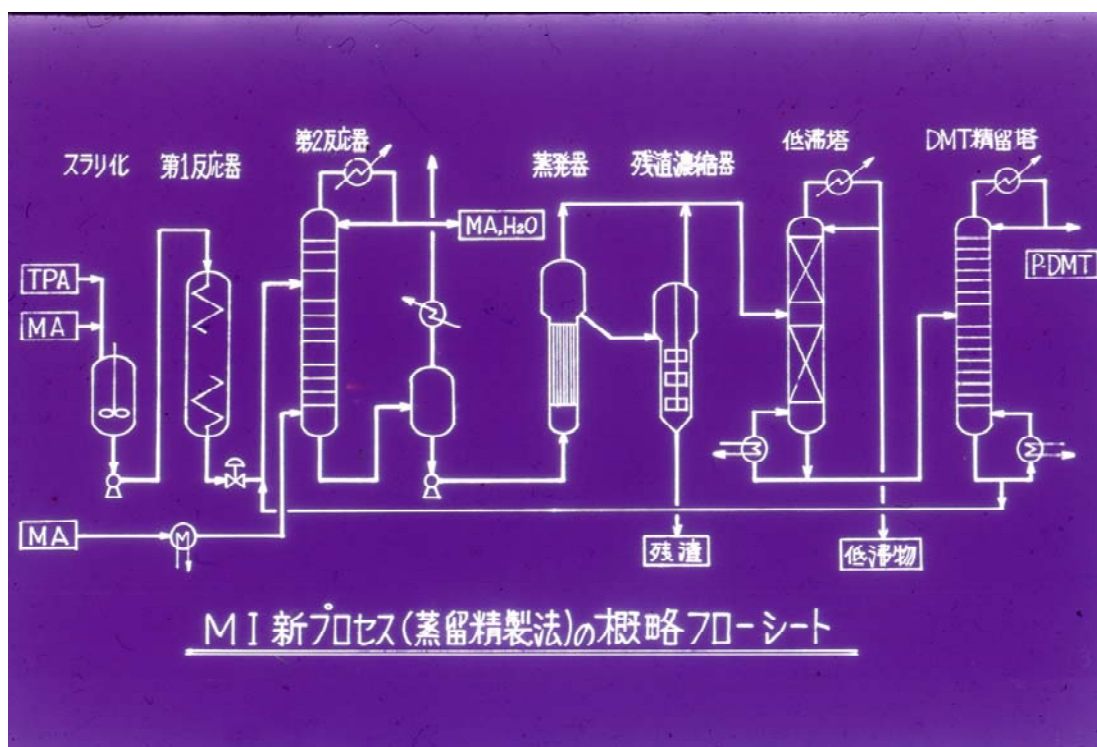
スイスでの蒸留実験

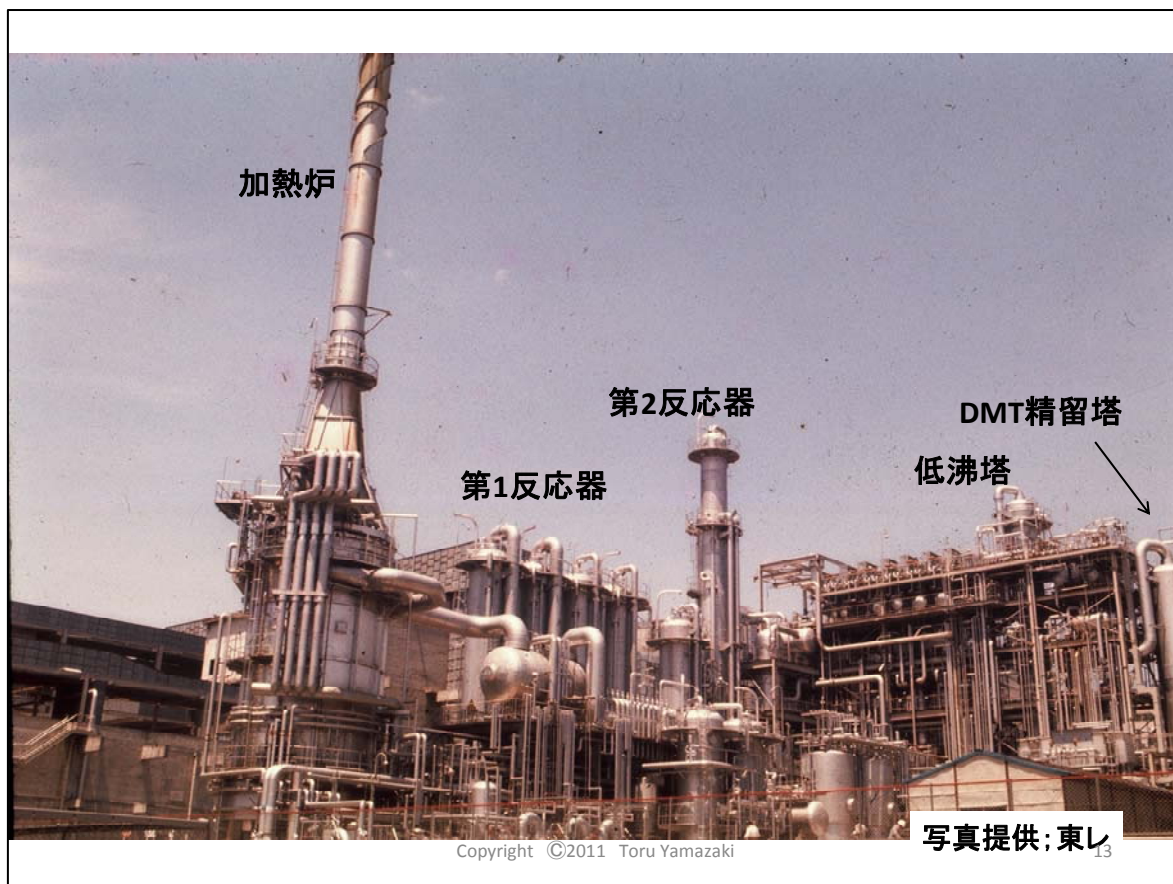


1. Sulzer社で開発された筒状金網の充填物による蒸留塔の性能評価
2. DMT中のp-MFB除去性能に注目
3. 原料粗DMTは日本から送付
4. 実験で例外的な値が2、3検出された以外すべてon spec → 例外的な結果を精査すべし
5. 2週間の実験結果に満足し、パイロットプラント建設決定

パイロットプラントでの開発実験

1. 本格的な蒸留塔による精製DMT製造実験
 2. 原料は既存再結晶法、酸化精製法の物を使用
 3. 精製DMTを使って製糸—織布—染色まで実験
 4. 染め斑の発生度合いで○勝○敗という判定方法。これでDMTの良し悪しを決める
 5. 実験は成功。本プラント建設の稟議決定
- 原料粗DMTの含有成分が問題であった —

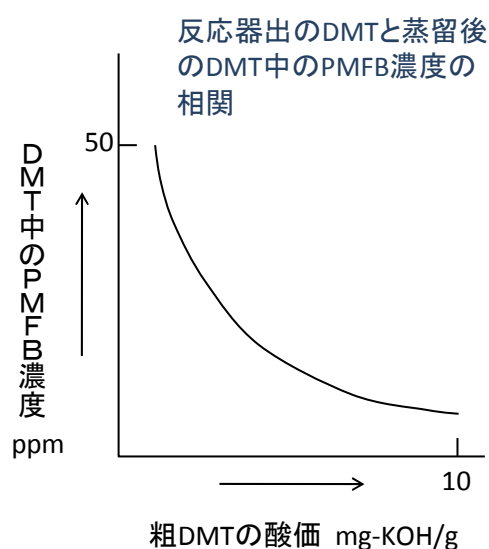




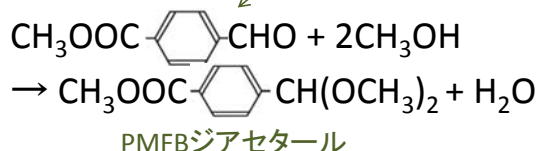
設計と試運転結果の比較

主要装置	設計性能	試運転結果	対策
エステル化			
第1段;管型反応器	反応率;90%	反応率;>90%	反応率が高すぎる。無触媒に変更(モノエステルが少量存在した方が蒸留精製に好都合)
第2段;反応蒸留塔	反応率;99.5%	反応率;99.9%	
蒸留精製			
第0段;蒸発、残渣除去		蒸発器の振動	蒸発器の作り直し
第1段;低沸不純物除去(スルザーパッキン)	PMFB/DMT : 10ppm	DMT品質未達! PMFB/DMT; 10ppmに到達せず	反応率を下げることで解決
第2段;モノエステル(MMT)除去(シーブトレイ)		蒸留塔下部のモノエステル(MMT)濃度高く、リボイラ、塔下部が腐食	材質変更による作り直し

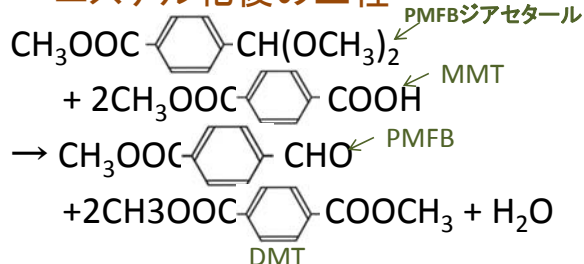
DMT品質未達の原因と解決策



- エステル化 ← PMFB



- エステル化後の工程



試運転から定常運転へ

- 当初想定したスケジュールに遅れずに新DMTプラントの平常運転に入った。
- DMT品質の向上と均一化により、重合工程が効率化し、ポリマーの生産能力が増えた。
- 織布は黄色味から青味に変わった。
- 旧プラント(ICI)は逐次停止し、最終的に全面的に停止した。
- 工場排水のBODは2~5ppmに治まった。
- TPA生産技術の向上により、DMTを経由しない直接重合法が進展し、DMT新プラントは10年間稼働した後、運転を停止した。
稼働期間; 1973年~1983年

技術面の反省→既存プラントやパイロットプラントとの違いによる影響は徹底的に考察すること

- エステル化反応; 既存の小型反応器の9倍のスケールアップで、反応率確保に注力し、殆んど100%反応させることは出来たが、微量不純物の挙動に対する配慮が欠けていた。→いくら蒸留精製しても不純物が除けないという危機に陥った。
- DMT精留(DMTとモノエステルMMTの分離); 既存プラントにもある設備で安心していましたが、分離性能の向上で酸であるMMT濃度の高い領域が生じた。→酸に対する腐食の考慮が不足

生物医薬

インターフェロン製造プロセスの開発

- 生物医薬、インターフェロン
- 東レインターフェロン研究開発の足取り
- 製造承認取得までの流れ
- 東レインターフェロン生産技術の特徴(マルチトレイとマイクロキャリアー培養、アフィニティクロマト精製)
- 東レでインターフェロンが成功した要因
- 製造承認取得後の展開
- インターフェロン市場の変動
- インターフェロン以後の細胞培養医薬品

生物医薬、インターフェロン

- インターフェロン;細胞が産生する抗ウイルス作用をもつタンパク質。種特異性がある。分子構造の異なる3種類(α 、 β 、 γ)がある。分子量;16,000~28,000
- 製造法;細胞培養法(正常細胞、株価培養細胞)、遺伝子組換え大腸菌培養法。
- 東レのインターフェロン;
 β 型、ヒト正常2倍体線維芽細胞を大量培養し生産。

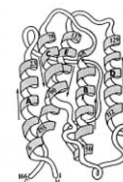


Figure 5. Schematic drawing of α -carbon chain of a self-derived recombinant human IFN β . Arrows indicated the position of three disulfide bonds. Several amino acid residues are indicated together with the amino- and carboxy-termini (by courtesy of Dr. Y. Mizutani 1987)

東レインターフェロン 研究開発の足取り

- 1970~ 基礎研でIFNの研究開始(β 型)
インターフェロン研究者、小林茂保博士採用
マウス、ウサギの細胞を使った基礎研究
- 1977 ヒトIFN生産用細胞株確立
- 1978 ヒト細胞の大量培養技術確立、大量のIFN供給可能となる。厚生省IFN研究班に臨床試験用として供給。

•1980~83 新技術事業団のテーマとして、マイクロキャリア法細胞大量培養技術を開発

•1982/12 製造承認申請

•1984/4 IFNの生産工場完成(三島工場)

•1985/4 製造承認取得(膠芽腫、メラノーマ)

•1986/6 B型肝炎への適応拡大

•フィンランド国立衛生研究所(カンテル博士ら)が白血球からIFN α を抽出=世界最初。ソ連でインフルエンザ薬として臨床試験と報道。

•住友製薬、ミドリ十字との開発競争激化(α 型)

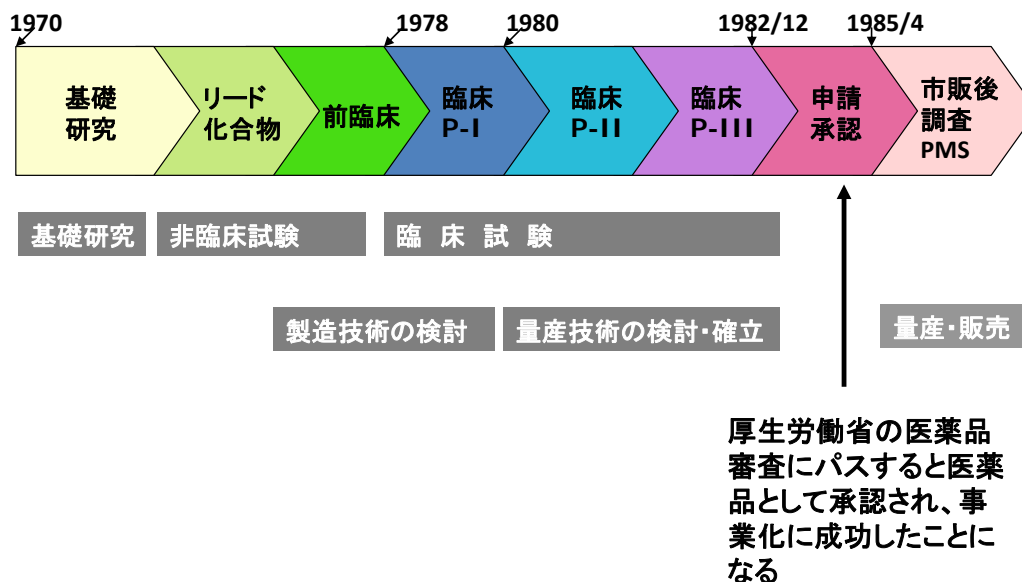
•遺伝子組み換え技術実用化(Jenentech社, γ 型)

•1986~87 遺伝子組換え医薬品続けて承認(インスリン、G-CSF、IFN α)

•1987 住友IFN α 承認

製造承認取得までの流れ

医薬開発の流れ(1品目当たり:10～15年、150～200億円)



Copyright ©2011 Toru Yamazaki

21

東インターフェロン生産技術の特徴

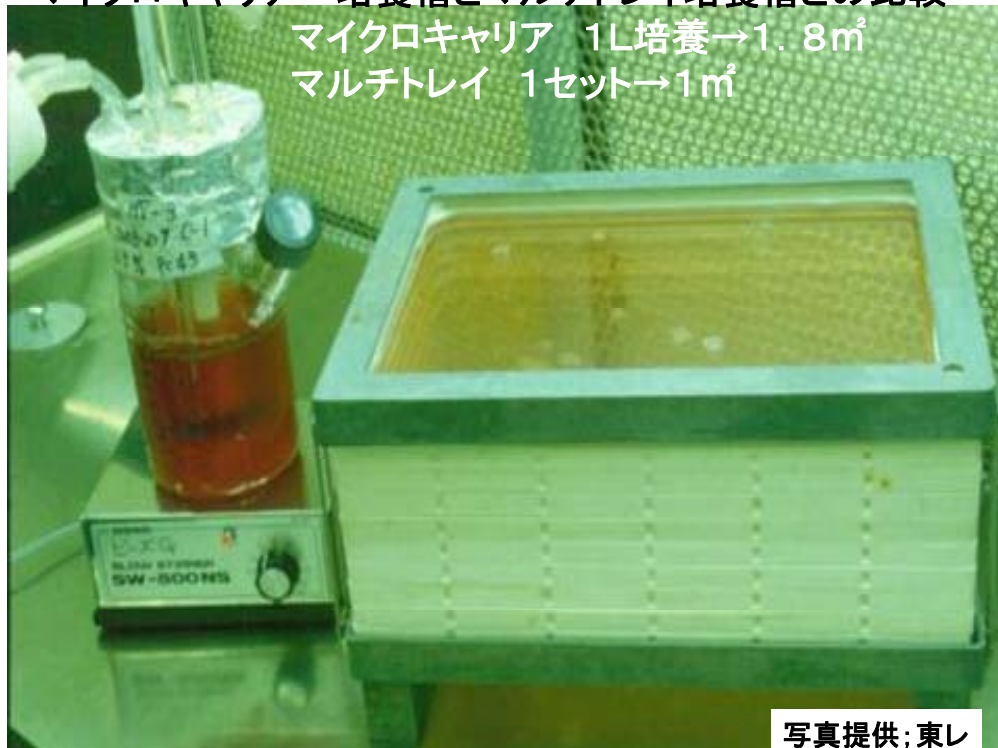
- 正常細胞;接着依存性、単層増殖、面積一杯に増殖したら、広い面積に移し替えて増殖。
- 大量培養;(当初)ガラス板を多段に重ねたマルチトレイ培養装置→(最終的に)マイクロキャリア培養
- インターフェロン産生;合成核酸、ポリI:ポリCを使った超誘発法。
- インターフェロン精製;2種類のアフィニティークロマトによる精製。

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

22

マイクロキャリアー培養槽とマルチトレイ培養槽との比較

マイクロキャリア 1L培養→1.8㎡
マルチトレイ 1セット→1㎡

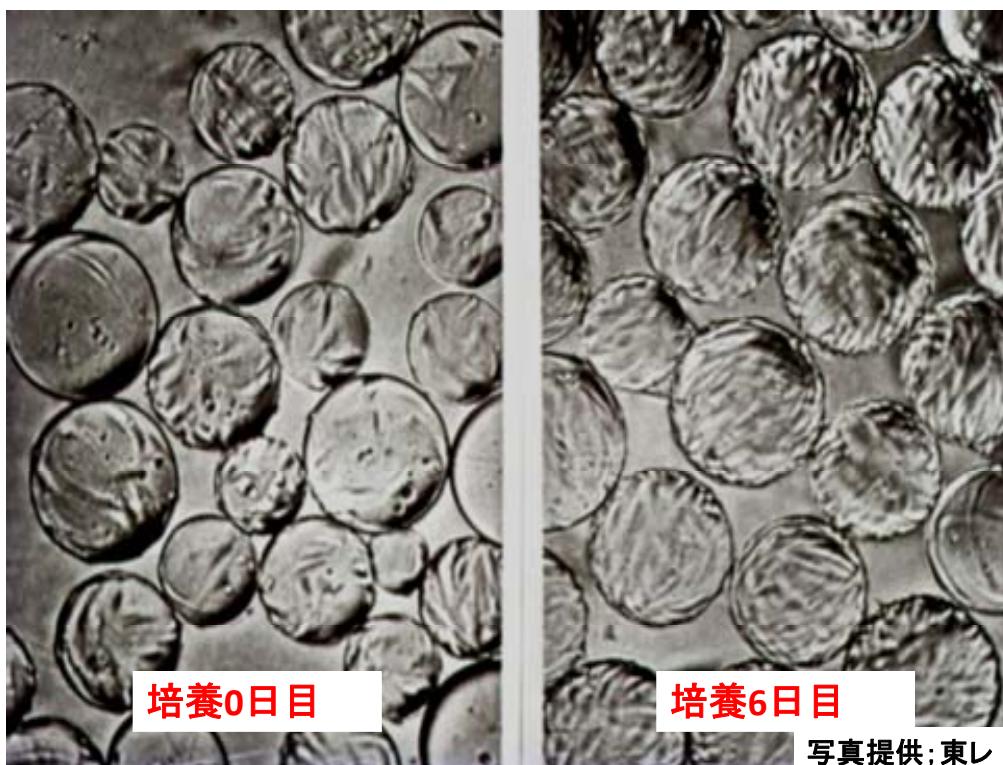


写真提供:東レ

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

23

マイクロキャリアーに付着して増殖する細胞



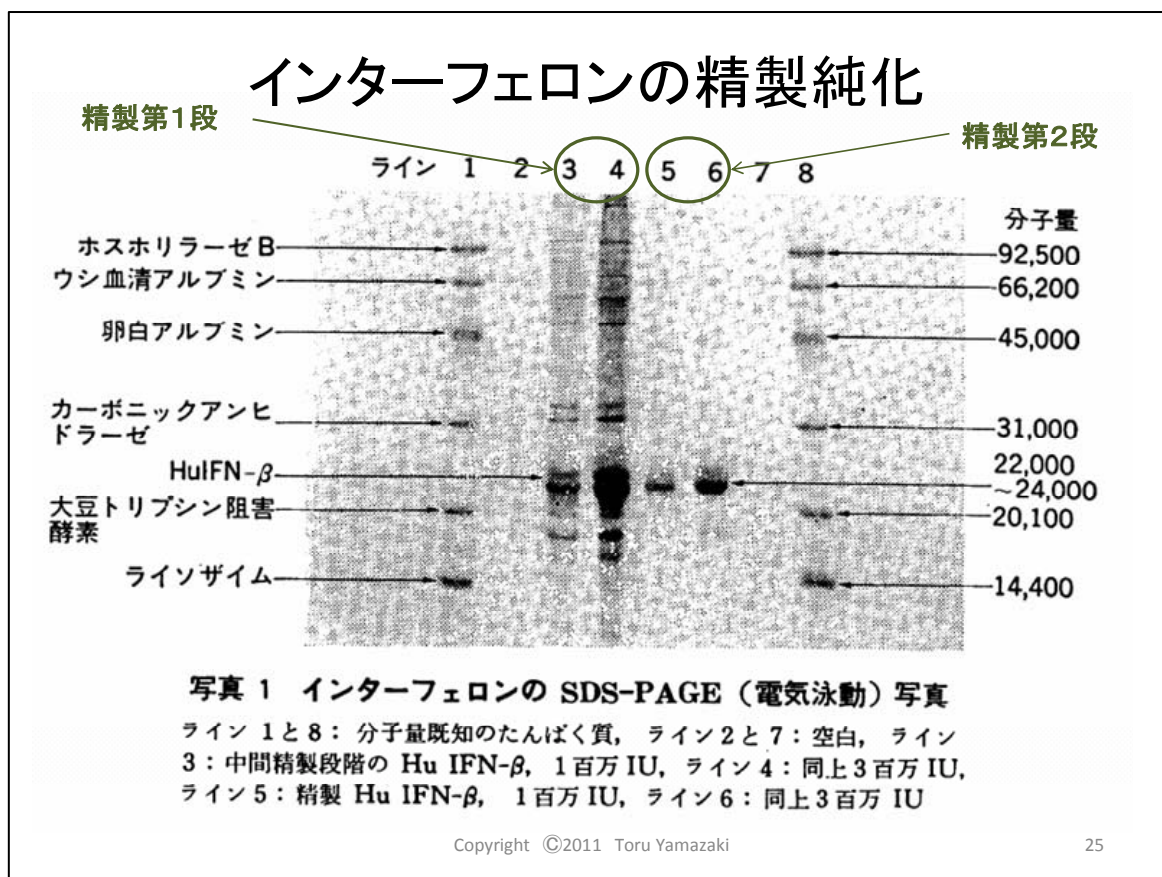
培養0日目

培養6日目

写真提供:東レ

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

24



東レでインターフェロンが成功した要因 非製薬企業の怖いもの知らず？

- インターフェロンの**専門家を招請**し研究所に種を播いた。
- 研究の進展に伴い、細胞生物学の専門家だけでなく、**有機化学の研究者、化学工学など工学系技術者を投入**した。
- プロジェクトリーダーに研究外の職域から適任者を投入した。
- **外部の力、資金を活用**した。→ 業績悪化した時期も会社はインターフェロン研究をストップできない。
 - ・厚生省インターフェロン研究班に臨床試験用としてサンプルを提供。データを承認申請用として活用した。
 - ・新技術開発事業団(現化学技術振興事業団)の資金を導入した。
- コンタミや原因不明で治験用サンプル生産が滞った時は**研究者やオペレーターが寝食を忘れて頑張った**。
- 臨床試験の後半から承認申請にかけて、販売提携する**医薬専門企業の力を借りた**。

製造承認取得後の展開

1985/4 製造承認（膠芽腫、皮膚悪性黒色腫）

1986/9 効能追加（B型慢性活動性肝炎）

1987/10 一変承認（有効期間の延長：2年）

1990/12 効能追加（B型慢性活動性肝炎の
静脈内投与、髄芽腫、星細胞腫）

1992/3 効能追加（C型慢性活動性肝炎）

1997/10 効能追加（C型慢性肝炎）

2006/4 効能追加（C型代償性肝硬変）

2009/10 効能追加（リバビリンとの併用）

1987 住友IFN α 承認
1987 遺伝子組換え型IFN α
続けて承認

IFN消化量急拡大するも、再投
与の抑制(94~99)でプレーキが
かかる。

2001 他薬剤との併用(シェリ
ングプラウ)

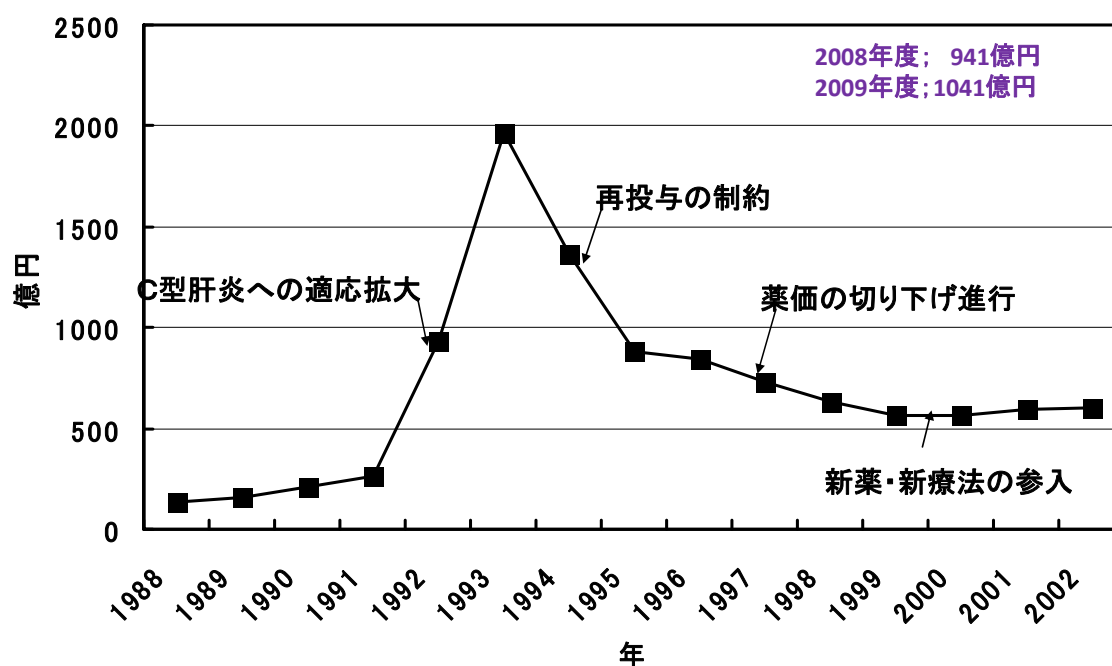
2003 PEG化IFN承認(中外)

2005 PEG化IFNの抗ウイルス
薬との併用

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

27

インターフェロン市場の変動



出典：日経バイオ年鑑2003, 2010

Copyright ©2011 Toru Yamazaki

28

インターフェロン以後の細胞培養医薬品

名称	メーカー	産生細胞	適応症	発売	売上高(億円)	
					2002年	2009年
エリスロポエチン(EPO)	協和発酵キリン、中外製薬	CHO細胞	透析施行中の腎性貧血、ほか	1996(キリン) 2001(中外)	1200	1200
ヒト成長ホルモン	大日本住友製薬、ノボルディスクファーマ、日本イーライリリー、ファイザー、セローノジャパン		下垂体性小人症、ターナー症候群における低身長ほか	2000	600	600
顆粒球コロニー刺激因子(G-CSF)	中外製薬、協和発酵キリン	CHO細胞(中外) 大腸菌(協和発酵キリン)	造血幹細胞の末梢血中への動員、好中球数の増加促進、好中球減少症	1987	430	365
ヒト・インスリン	日本イーライリリー、ノボルディスクファーマ、サノフィアベンティス	大腸菌、酵母(ノボ)	糖尿病	1986(イーライリリー) 1991(ノボ)	490	900
ティッシュ・プラスミノゲン・アクティベーター(TPA)	協和発酵キリン、田辺三菱製薬		急性心筋梗塞における冠動脈血栓の溶解	1991	29	28
インターロイキン2	塩野義製薬(バイオジェン)、武田薬品	大腸菌	血管肉腫、腎癌	1992	105	60

(参考 インターフェロン

621 1041)

最後に

研究の工業化—成功の羅針盤

- プロジェクトリーダー; 相応しい資質を持つ者を選定(大局観、バランス感覚、包容力など)。
- プロセスの問題点の徹底的検討; 現象への細やかな観察、スケールアップした時の変化についての洞察など。メンバーのプロジェクトにかける情熱。
- コンプライアンスの徹底; 科学的な品質保証体制の確立、安全と防災のマニュアル化と訓練。
- 後工程、ユーザー側の意識(ニーズ)の把握
- プロジェクトのサポーターを作る; 社内、社外。

[特別講演]

放射線のリスクと社会の混迷

(講演の要旨)

保田 浩志

独立行政法人 放射線医学総合研究所

放射線防護研究センター

放射線のリスクと社会の混迷

放射線医学総合研究所

保田 浩志

本講演では、放射線被ばくの基本となる知見(放射線の健康影響、放射線防護の考え方、基準値の意味等)に関して整理するとともに、このたびの原発事故が我が国の社会と環境に与えた影響について概観し、事故対応において得られた教訓について私見を述べてみたいと思う。

2011年3月11日、東日本大震災に伴い福島第一原子力発電所で過酷事故が発生し、大量の放射性物質が大気や海へ放出された。

それらの放射能による被ばくに社会の関心が集まるなか、政府の担当者からは「ただちに健康に影響を及ぼす線量ではない」というメッセージが何度も発せられた。

その根拠には、「100 ミリシーベルト(mSv)以下の被ばくでは有意な健康影響は見られない。」という認識がある。

その一方、一部の専門家から、「100mSv の被ばくでがんのリスクが 0.5%上昇する。」「子供のリスクは大人より数倍大きい」といった見解も繰り返し報道された。

こうした相矛盾するかのような情報が、政府や専門家の中でも混乱を生み、一般の市民に相当の不安や不信を与えたことは否めない。

一度又は短期間に 1,000 ミリシーベルト(mSv)を超える放射線を浴びた場合、吐き気、嘔吐、下痢及び脱毛等の症状など、自覚できる急性の症状(急性障害)が現れる。これらの急性障害については、各症状について、発現する最低の線量レベルすなわち「しきい線量」のあることが知られており、これより低い線量の被ばくでは発症しない。

この事実に基づけば、100mSv 以下の被ばくについて「ただちに健康に影響は出ない」と言うことは、急性障害が現れないという意味において、正しいといえる。

一方、ただちには出ないが、数年後から数十年後に現れる晩発性の障害、端的には「がん」については、影響が出ないとは言い切れない。

原爆被爆者の健康状態に関するデータの入念な解析により、1,000mSv の被ばくに対してがん死亡のリスクは10%程度、何年にもわたる長期被ばくの場合は5%程度増えるとの知見が得られている。

ごくわずかな放射線でも発がんのリスクが増える以上、被ばくを「合理的に達成できる限り低く抑える(as low as reasonably achievable : ALARA)」という姿勢は重要である。

一方、現在の社会では、深刻な健康影響が出る放射線レベルでなければ、経済的社会的要因及び各人が担う任務や責任とのバランスを考慮し、最適な被ばくの基準値を設定することも許容されている。

〔口頭発表〕

技術革新がもたらしたエネルギー革命 (シェールガス革命がもたらすエネルギー勢力図の再編)

須藤 繁

帝京平成大学 経営マネジメント学科 教授

はじめに

米国の石油産業関係者は、この数年持ち前の明るさを回復している。その背景にはシェールガス革命、さらにシェールオイル開発による石油自給率の改善がある。こうした点は1990年代に作成されたエネルギー見通しと最近作成されたエネルギー見通しを比較してみれば、明らかである。例えば、10年前のエネルギー省(DOE)の見通し(年次エネルギー見通し-2000年版)では国内石油生産の減少から、2020年における需給ギャップは1,600万B/Dを上回り、それは石油輸入で賄われるとみられていた(図1)が、本年4月に発表された見通し(AEO-2010)では、2020年の純石油輸入量は926万B/D、2035年でも889万B/Dに止まるとみられている(図2)。

1. シェールガス革命の背景

こうした米国の石油自給力の回復をもたらしたのが、シェールガス革命である。シェールガスとは頁岩の岩盤に封じ込められた非在来型資源の一つで、これまで経済的に掘り出すことが困難とされてきた。

これまでのガス資源は構造型ガス(ガス田ガス)、油田の随伴ガスといった在来型ガスが専らだったが、近年米国を中心に急速に新しい形態のガス(非在来型ガス)が生産されるようになった。図3によれば、炭層ガス(コールベッドメタン)、タイトサンドガス、シェールガスが非在来型ガスに該当するが、中でもシェールガスは米国で大幅に生産を伸ばし、今後さらに生産を伸ばすとみられる。近年米国では既存ガス田の生産減が大きいため、同国の天然ガス総生産量は変わらないが、その内訳は大きく変化し、2000年には僅かに2%に過ぎなかったシェールガスの割合は2010年には20%に達した(図5参照)。

米国でベンチャー企業がシェールガス開発に参入した背景には、石油価格の高騰もさることながら、1980年代後半以後に確立された石油上流部門の技術革新の要素が大きい。図6は、1980年代以後の石油産業上流部門における主な技術革新であるが、シェールガス開発では、水平掘り(図7)と水圧破砕(多段階フラクチャリング)という岩盤に割れ目を入れる技術(図8)の貢献が大きい。水平掘りは途中から井戸を90度曲げて掘ることができる掘削技術であり、水圧破砕技術は、スーパーコンピュータの利用による岩層内圧力分布の把握、注入水の挙動シミュレーション、注入剤の選択、プロパント(割れ目を一定の状態に保つ石材)の利用等の要素技術の集積からなる。

これらの技術の適用により、頁岩の岩盤に沿って、対象エリアを区切り、区画毎に数百気圧の圧力をかけ岩盤に割れ目を作り、ガスを取り出すことが可能となった。シェールガ

スの登場は、既存のガス供給国間の利害関係、さらに消費国との関係を微妙に変えつつある。

2. シェールガス開発の国際政治上の含意

シェールガス登場の地政学的な意義としては、米国のLNG輸入計画の大幅廃棄に伴うLNG国際需給環境の緩和、欧州ガス輸入国の選択肢の拡大（ロシアの政治力の低下）、中国の資源外交の変化の可能性、中東・北アフリカガスへの相対的依存度低下が挙げられる。

(1) 米国の天然ガス需給の緩和

1980年代末から今世紀初頭にかけて、米国は全米各地にLNG輸入ターミナルの建設を計画した。需要増が予想される中、国内ガス生産が先細り、供給はカナダからのパイプラインガスでは充足されず、国際市場からのLNG調達は必至とみられた。しかし、この10年間、米国の天然ガス産業は劇的に変化した。そこには、既述のとおり頁岩の岩盤層に賦存するガスの回収を可能とした、水平掘り・水圧破碎技術を嚆矢とする技術革新がある。

(2) 欧州ガス輸入国の選択肢拡大

米国のLNG輸入を当て込んで、中東・アフリカ諸国（カタール、ナイジェリア、トリニダードトバゴなど）は、LNG生産量能力を拡張したが、米国との契約には至らなかったため、行先を失ったLNGはスポット市場に流れ、主に欧州市場で売買されている。その結果、欧州ガス市場ではロシアやアルジェリアからのパイプラインガス価格がスポットLNGよりもかなり割高になるという問題が起きた。

こうした買い手市場化の中で、西欧のガス・電力会社は一時ロシアからの長期契約ガスの引き取りを止めて、スポットLNGに切り替えた。国際取引上は契約違反になるこうした対応に対して、ロシアは長期契約顧客との関係を損なうべきでないとの判断から、価格方式を一部改定し長契顧客を繋ぎ止めようとせざるを得なかった。

シェールガス開発は、米国内だけの展開に止まらない。中国、オーストラリア、ポーランドをはじめ、世界各地で広汎なシェールガスの賦存が確認されており、7月に発表された米国ベーカー研究所レポート「シェールガスと米国の安全保障」の回収可能量の評価は、187兆立方メートルの規模であり、ほぼ在来型資源量と同等である（図10参照）。今後米国で開発された技術が適用されれば、数年の内にそれらの地域のシェールガスは天然ガス市場に供給される。

欧州における最大規模のシェールガス層はポーランドで発見された。これにはシェブロンやエクソンモービル等の米国石油会社の協力が大きい。今世紀に入り、東欧諸国に対するロシアの天然ガス供給停止問題には世界が注目したが、同国でシェールガスが本格的に開発されれば、ロシアの地位の相対的低下は避けられない。

このことはEU各国の対ロシア発言力の増大につながる。ドイツをはじめEUは現在天然ガス供給の3割をロシアに依存しているが、需要家がLNG調達の選択肢を増やすこと

は買い手としての交渉力を相対的に高める。ポーランドやドイツのシェールガス開発は、欧州諸国にとって、もう一枚の対ロシアカードの確保を意味する。

(3) 中国の資源外交変化の可能性

アジアではLNG需給の緩和、及びシェールガス開発は、中国とロシアの関係で中国の立場を強化する要素となる。EUは様々な競合者の登場と相俟ってギクシャクしているため、ロシアは欧州諸国への対抗策として東方（中国）へ一定程度のシフトを進めなければならなくなった。

天然ガス交渉が当面中国主導になるとみられるのは、ロシアとのガス交渉で主導的な立場に立つこともさることながら、シェールガス開発で一層の存在感を発揮するとみられるからでもある。本年7月に発表された米国ベーカー研究所のレポートによれば、中国には6.5兆立米のシェールガスが賦存している（図10参照）。四川地域に1.3兆立米、内モンゴルに1兆立米、タリム盆地に3.4兆立米、松遼平原に0.8兆立米という内訳であるが、これらはどれも千立方フィート当たり5.75～7.25ドルが採算価格と評価されており、早晚開発に移行するとみられる。

これらのシェールガス開発は中国の資源外交のスタンスを一変させる可能性がある。端的に言えば、「資源買い漁り路線」から「自国資源開発」あるいは「国際ルールに則った技術保有会社の誘致・地道な合弁事業の組成」を骨子とすると資源戦略への移行に加え、対ロシアガスへのスタンスを一層強化する可能性も大きい。

3. 国際石油産業への影響

シェールガス開発で蓄積された技術がオイルシェールに及んだ場合の影響はどう評価されるか。足元の動きとしては、まず老朽油田の生産性回復が考えられ、こうした開発技術の延長に、メキシコ湾における掘削活動の再開があり、同活動の結果、メキシコ湾地域における原油生産量は、100～200万B/D増加することが見込まれる。

既に北米ではシェールガス開発技術のシェールオイル（コンデンセート成分に相当）への適用は一つの潮流になっており、シェールオイル生産量は2015年頃には140万B/Dに達すると産業界はみている。生産地はロッキー山脈沿いの頁岩鉱床に油成分が多く、東に行くほどガス成分が増える。コスト的には、オイルシェールはシェールガスより分子量が大きく、また動粘度も大きいためシェール層からの生産効率が悪く、コストはガス開発よりも3倍程割高である。しかしながら、それでも、石油価格がガス価格の4倍を超える現状では、原油はガスよりも収益性が良いので、石油会社はシェールオイル開発に向かっている。

米国の動きを受けて各国でシェールガス開発が起こることが予想されるが、石油はガスに比べて大掛かりなインフラの整備が必要なく開発しやすいという事情を考慮すれば、途上国においてはシェールガスよりもシェールオイルプロジェクトの方が立ち上がりやすいという要素は看過できない。

国際外交誌では、シェールガス開発技術が、今後世界各地のシェールオイル開発に本格的に適用されれば、石油地政学のパラダイムは大きく変わるとみる論調も現れ出した。

既に米国の陸上石油生産量は、30年来の減退傾向から、僅かながらも増勢に転じた。頁岩層からの石油生産プロセスが始まろうとしており、シェールオイル生産量は150万B/Dの規模に達すると予測される。

おわりに

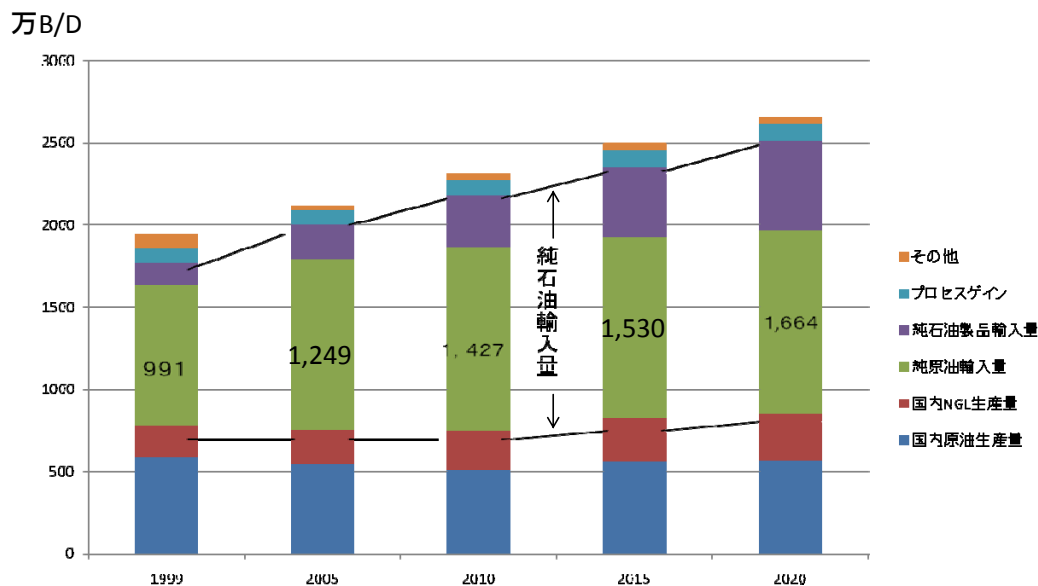
米国のエネルギー自給力の強化につながるシェールガス開発は、次の10年間シェールオイルへの本格的適用がなされれば、石油地政学のパラダイムを大きく変える可能性がある。

ここ数年来の米国石油産業関係者の高揚感は、シェールガス革命によりもたらされたものである。こうした高揚感は、1990年代初めの興隆期に示されたニューヨーク商品取引所(NYMEX)関係者のマインドに通じるものがあるように感じられる。1970、80年代OPEC(石油輸出国機構)に石油価格決定権を奪われ意気消沈していた米国エネルギー関係者はNYMEXの成功により価格決定権をOPECから奪い返し、高揚感を得た。

今、米国エネルギー産業は、2009年1月オバマ大統領をして、「我々の石油まみれの生活様式が我々の敵を利している」と言わしめた中東や南米の非民主産油国等とのエネルギー覇権を巡る戦いで、非在来型資源の開発により、確実な地歩を回復しつつある。こうした潮流に自動車燃費基準の強化を中心とする省エネ、再生可能エネルギー開発が一定程度加われば、米国のエネルギー戦略の基盤はより強固なものになると考えられる。

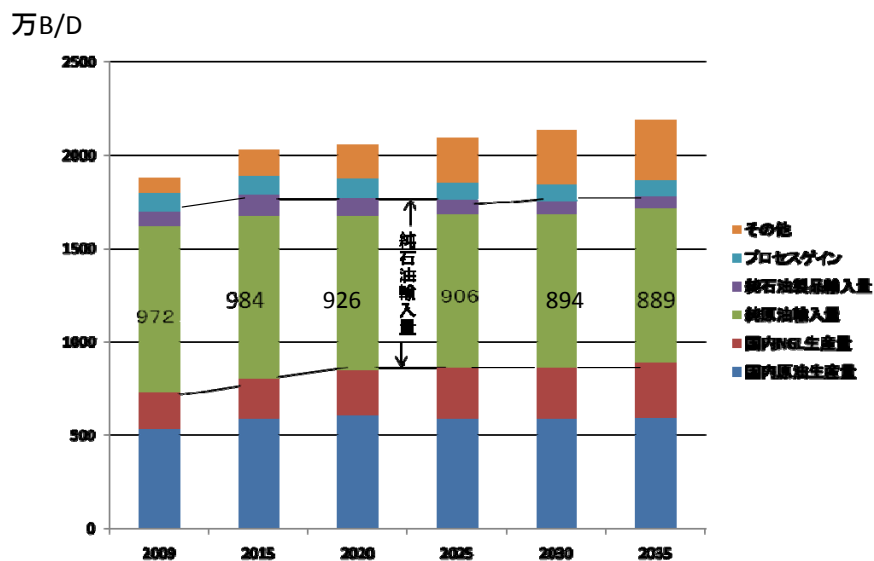
以上

1. 純石油輸入力見通し(AEO-2000)

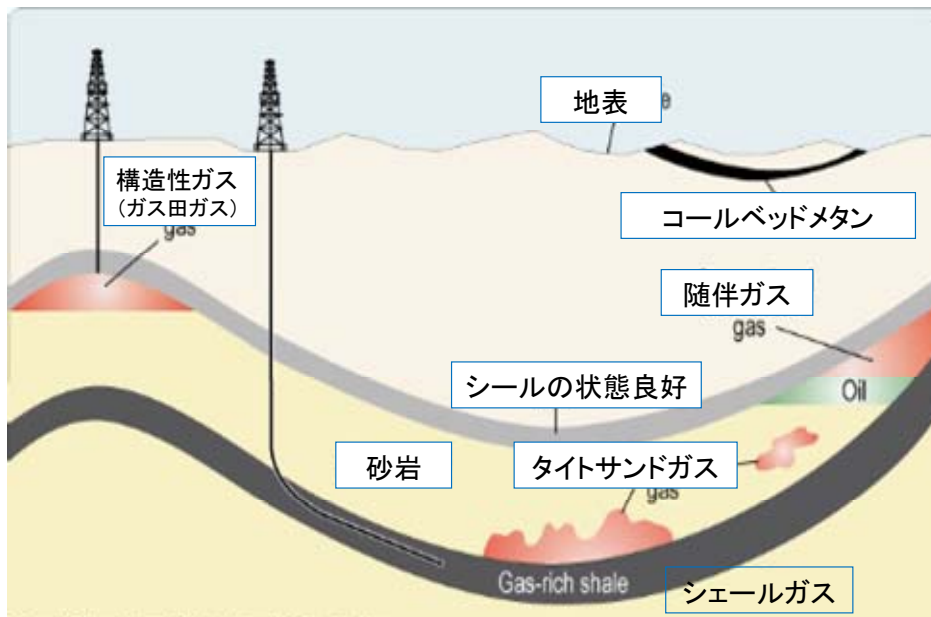


AEO: Annual Energy Outlook エネルギー省 (DOE)が毎年発表している。AEO-2000は、2000年に策定された年次エネルギー見通しの2000年版である。

2. 純石油輸入力見通し(AEO-2010)

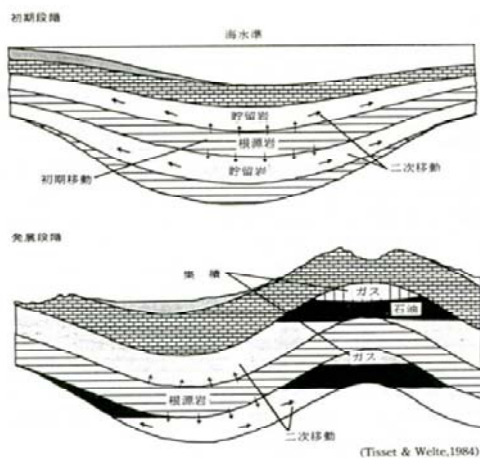


3. 非在来型ガスの概念



出所:米国エネルギー省エネルギー情報局(DOE/EIA)資料より作成

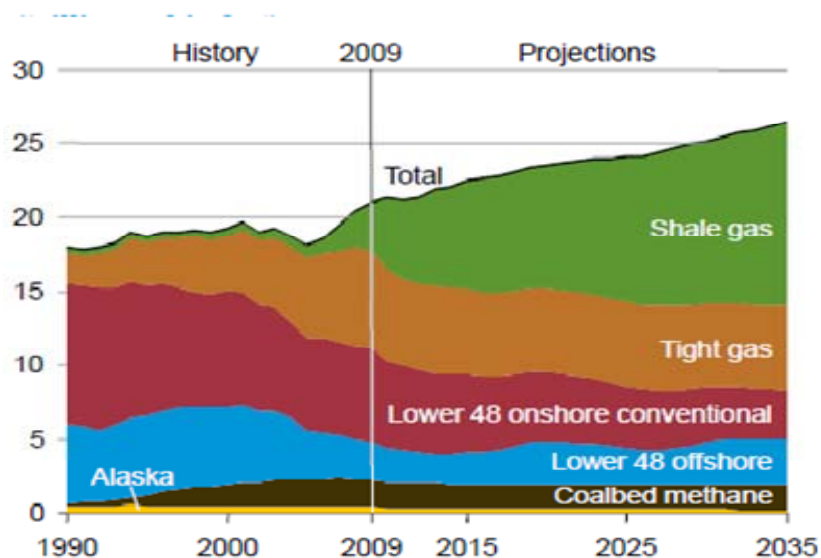
4. 油田・ガス田生成の条件



- 根源岩の存在
- 貯留岩の存在
- 帽(子)岩の存在
- 構造があること
- 構造のシールの状態が良いこと
- 移動経路があること

出所:「オイル・フィールド・エンジニアリング入門」
(山崎豊彦、海文堂)

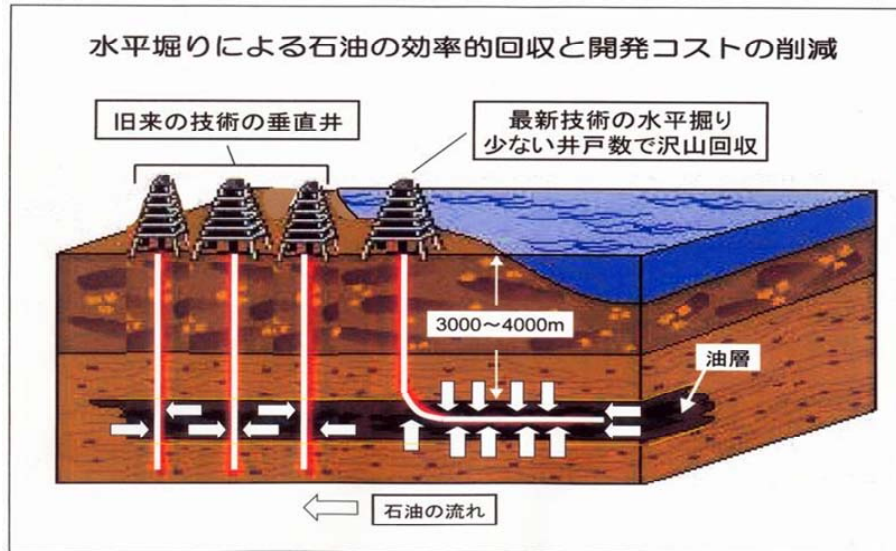
5. 米国のガス需給見通し



6. 1980年代以後における石油上流部門での技術革新

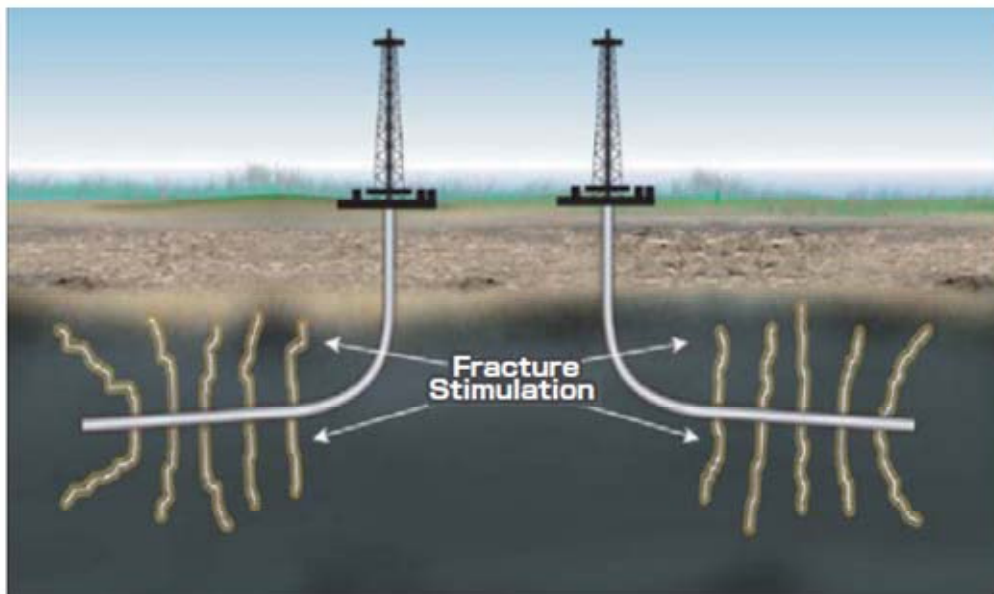
1. 第3次元地震探査
2. 水平掘り
3. 高精度油層シュミレーション
4. 大偏距傾斜掘り
5. 大水深海底坑口仕上げ装置
6. 海底生産システム
7. 浮体式生産貯蔵積出システム
(FPSO: Floating Production Storage and Offloading System)
8. 水圧破碎

7. 水平掘りの概念

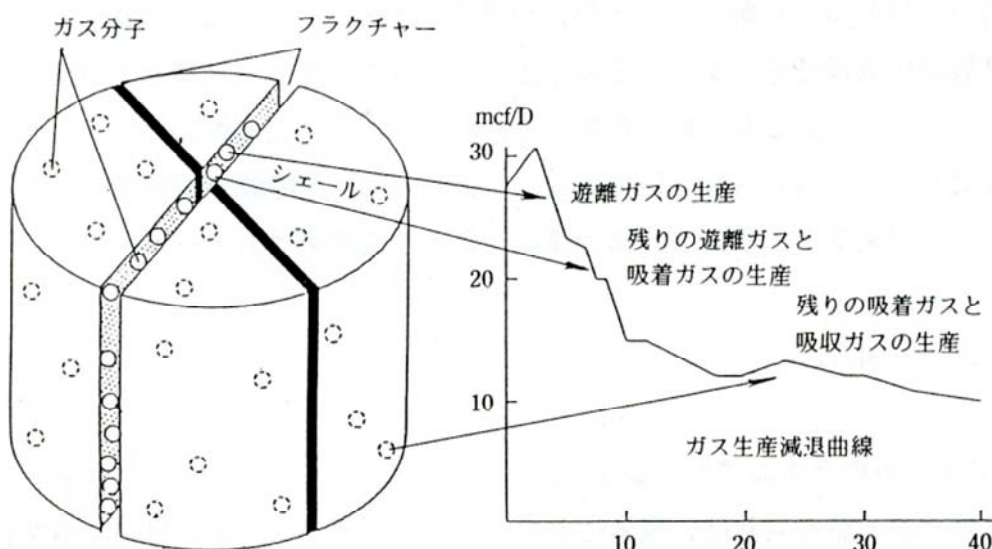


出所: 月刊出光(2000年6月号)

8. 水圧破碎のイメージ



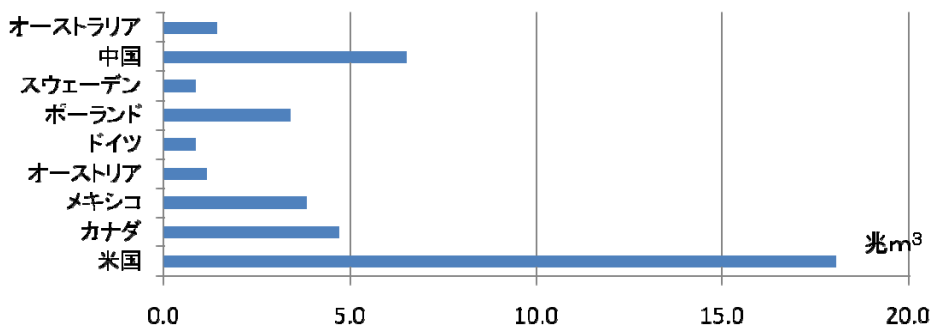
9. シェールガスの生産メカニズムと生産減退曲線



出所:「オイルフィールド・エンジニアリング入門」(海文堂、1997年)

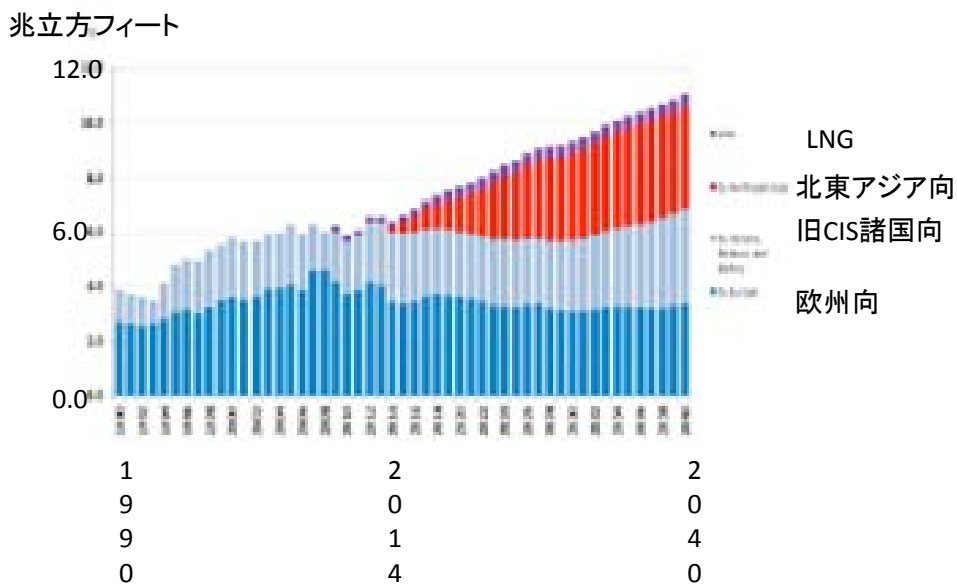
10. シェールガス回収可能量(兆 m^3)

2011年7月米国ベーカー研究所レポート

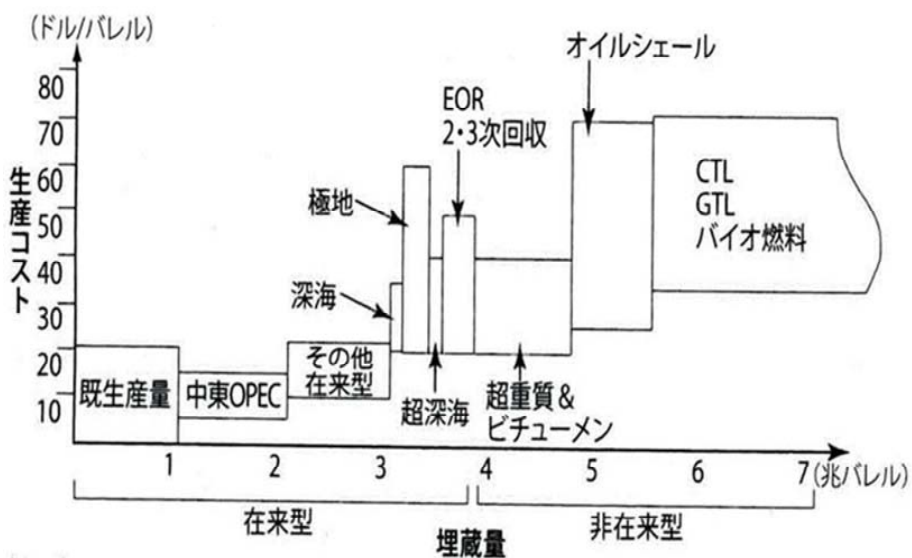


四川地域	内モンゴル	タリム盆地	松遼平原	中国計
1.3	1.0	3.4	0.8	6.5兆 m^3

11. ロシアのガス輸出見通し (2011年7月米国ベーカー研究所レポート)



12. 生産コスト別石油資源量の想定



出所: 月刊エネルギー(武石礼司 東京国際大学教授)

太陽熱利用システムにおける熱媒技術の役割

椿 善太郎

綜研テクニクス株式会社

技術統括部 技術開発部 太陽熱システム開発 PJ

1. 再生可能エネルギーへの期待の背景

将来のエネルギー問題

日本も原子力発電所を推進してきたが・・・

3. 11により安全性、コスト、廃棄物処理などの問題が浮き彫り

→原子力発電の信頼性が薄らいできた。



再生可能エネルギーへの関心と期待が急速に高まってきた。

2. 太陽熱利用システムとは

太陽熱利用システムとは、
太陽熱発電など光エネルギーを直接熱に変換して利用するシステム



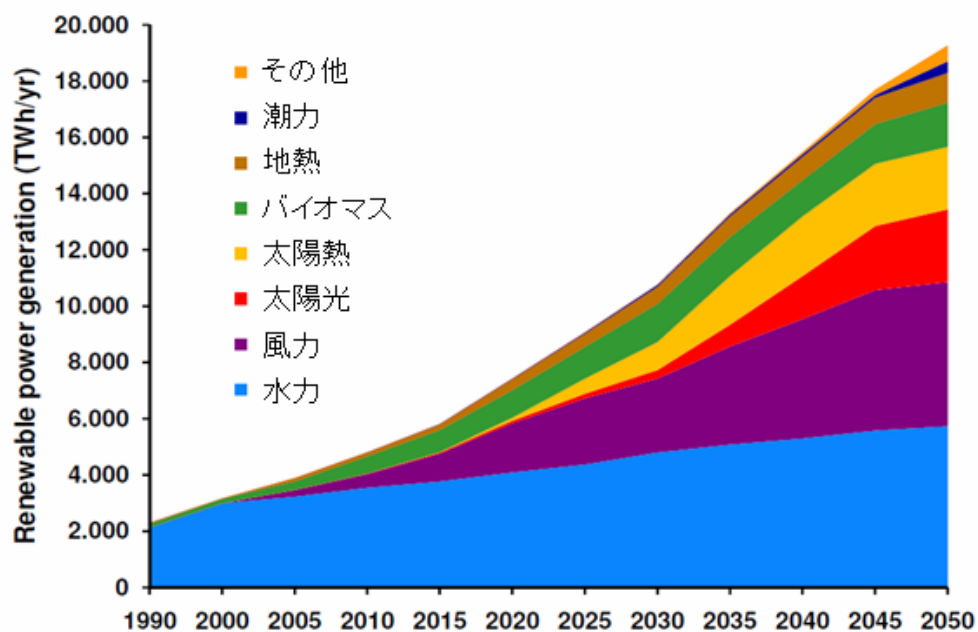
太陽光発電は、光エネルギーを直接電気に変換



出典: <http://markun2.hamazo.tv/e1068462.html>

3. 太陽熱発電の位置付けと展望

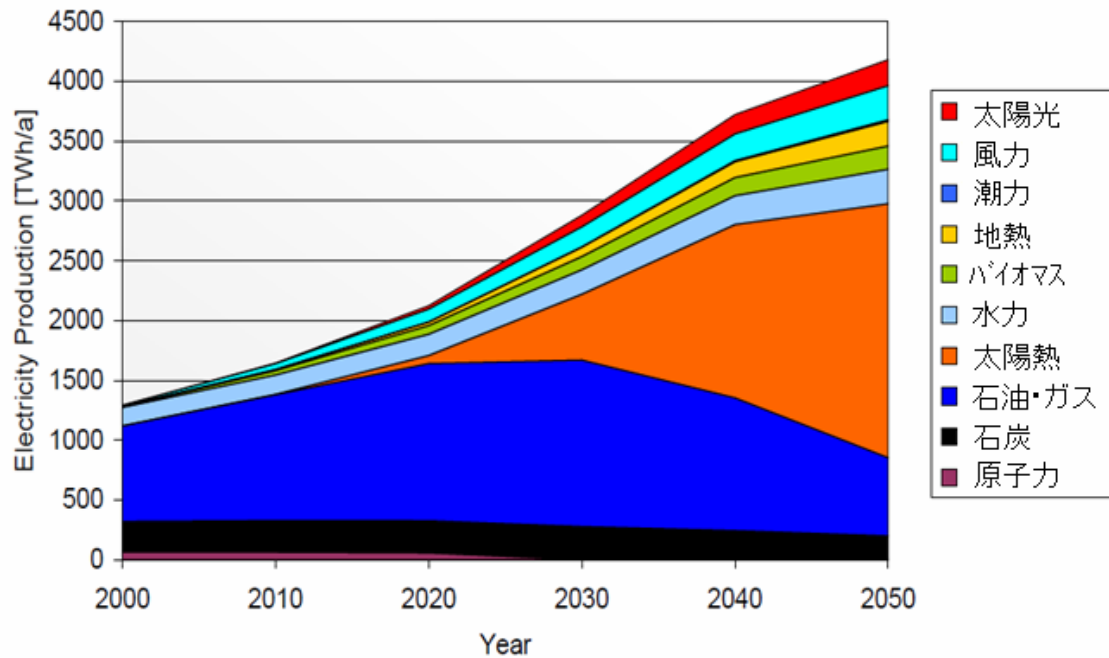
世界の再生可能エネルギーによる発電量予測



出典: The role of CSP in IEA climate change mitigating scenarios

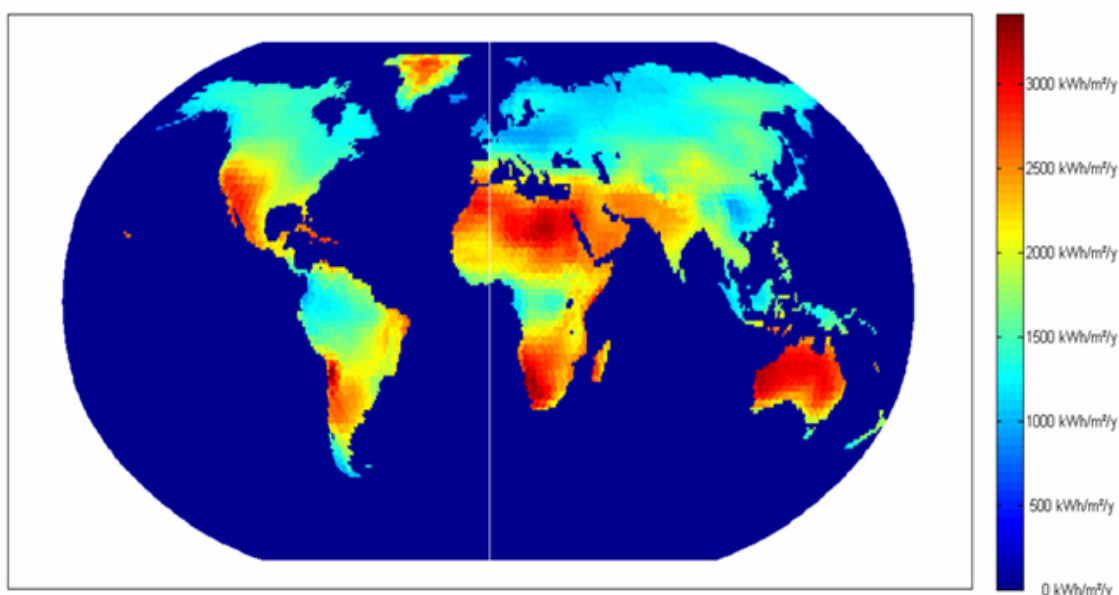
3. 太陽熱発電の位置付けと展望

地中海地域における発電量予測



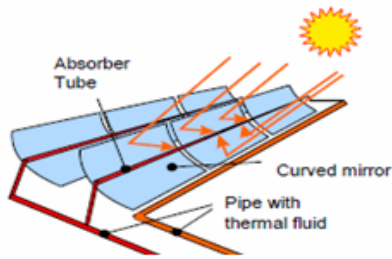
3. 太陽熱発電の位置付けと展望

世界のサンベルト地帯

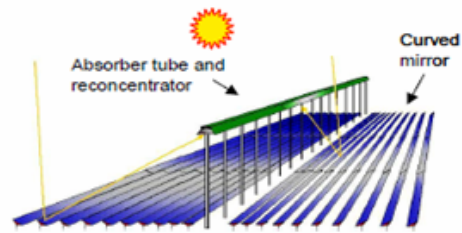


4. 太陽熱利用システムのタイプ

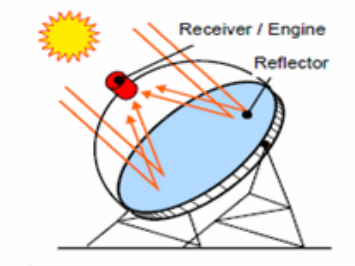
太陽熱利用システムのタイプ



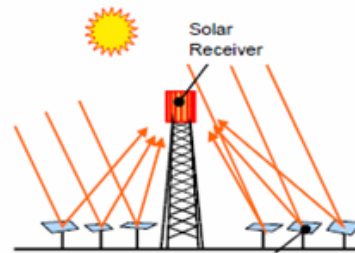
トラフ型



フレネル型



ディッシュ型

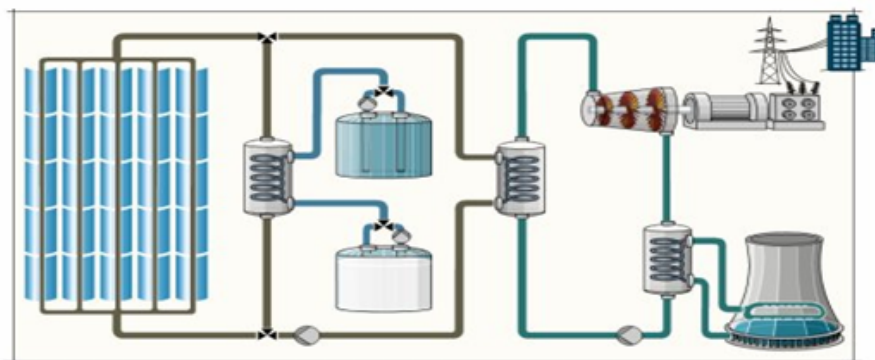


タワー型

Sources; Gerhard Knies, AES Symposium TokyoTech 2009

4. 太陽熱利用システムのタイプ

トラフ型 システム概要

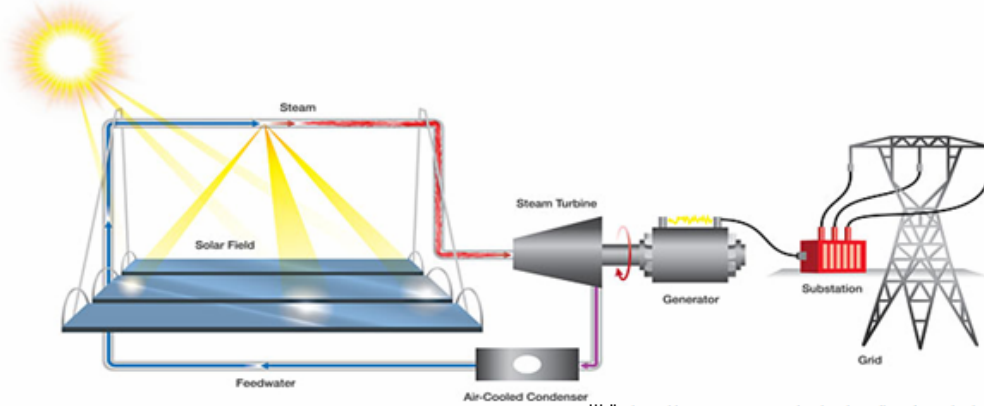


特徴

- ・電気変換効率 15%
- ・熱媒体 主に合成油(シフェニールとビフェニールオキシドの混合物)
- ・熱媒温度 400℃
- ・蓄熱材 硝酸塩系の溶融塩
- ・最も歴史が古く技術としても成熟している

4. 太陽熱利用システムのタイプ

フレネル型 システム

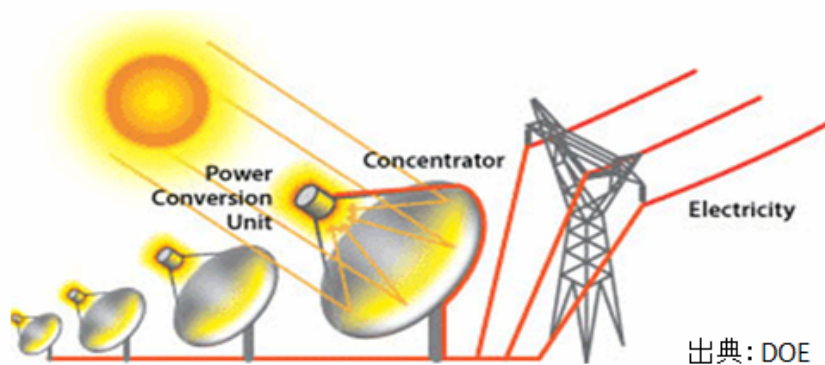


特徴

- ・電気変換効率 10%
- ・熱媒体 水蒸気
- ・熱媒温度 250°C~470°C
- ・市場参入が最近
- ・建設・メンテナンス費用が安い

4. 太陽熱利用システムのタイプ

ディッシュ型 システム

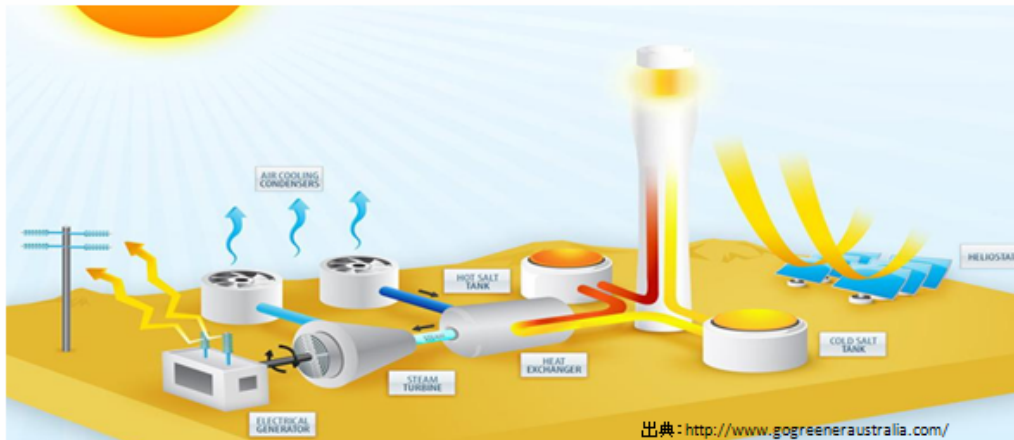


特徴

- ・電気変換効率 30%
- ・スターリングエンジンにより発電のため熱媒体は使用しない
- ・製造が簡易

4. 太陽熱利用システムのタイプ

タワー型 システム



特徴

- ・電気変換効率 20～30%
- ・熱媒体 主に硝酸塩系の溶融塩
- ・熱媒温度 560℃
- ・高温蓄熱が可能

5. 熱媒体の種類

熱媒体の種類(一部)

	融点	沸点	耐熱温度
スチーム(水)	0℃	100℃	1500℃以上
合成油 (ヒフェニール+ジフェニルオキサイド)	12℃	257℃	400℃
溶融塩 (硝酸塩)	142℃	—	600℃

熱媒体の選定により、例えば低圧で運転できるなど
運転面・設備面で有利となる

石油販売業の公共性と社会インフラの側面に関する考察

吉原有里[○]、増田優
須藤繁

お茶の水女子大学ライフワールド・ウォッチセンター
帝京平成大学経営マネジメント学科

1. はじめに

最近、エネルギー政策論があちこちで聞かれる。

エネルギーは国民生活の根幹を支えている必要不可欠なもので、エネルギーの安定した供給インフラを設置しておくことは生活の安全保障上、重要な項目である。同時に生活の安全保障という点からエネルギーの意義を考えれば、エネルギー供給には公共性があるとみることができる。公共事業と銘打っている電気やガス事業についてこの点の検討をすることは今回避けるとして、自由企業として存在している石油販売業の公共性と社会インフラの側面についての検証を行い、今後の検証課題を考察した。

石油販売業の公共性を検証するにあたって重要な事項が二つあると考え、その項目ごとに検証した。

- 平時（日常生活）においてエネルギー供給を担う給油所
- 災害時において石油の安定供給の使命を担う給油所

2. 平時（日常生活）においてエネルギー供給を担う給油所

給油所数は1995年をピークに漸減しており、その動向は小売業者数の減少動向と10年のずれをもって軌を一にしている。また、石油販売業内においては規制緩和により1999年からセルフスタンドが出現し年々その数を増やしていることも一助して、一給油所あたりのガソリン販売量は年々増加し、全体の需要が頭打ちにあるガソリン市場の中で給油所の淘汰が加速している。

このことから次のような考察もできると考える。経済産業省資源エネルギー庁が主催した石油流通効率化ビジョン研究会が、規制緩和の前年、1995年に提言を行っている。そこには規制緩和によるセルフスタンドの出現によりもたらされる石油販売の新たな市場に対して、給油所がとるべき4つの経営の方向性が示されている。研究会が示した「サービス重視・多角経営型」と「量販指向型」のうち、後者はセルフスタンドがその代表である。もし、研究会が提言したように石油販売業内における「量販指向型」という方向性の中で採算が取れない、つまりガソリン販売量が小さい給油所が淘汰されるという流れが、1995年からの給油所数減少のきっかけになっているとするならば、過剰な合理化やスタンドの削減という効用をもつこの政策は、給油所のエネルギー供給インフラとしての機能を考えれば、生活の安全保障上に影を落としているのではないか。このことについてはさらに検証していく必要がある。

3. 災害時において石油の安定供給の使命を担う給油所

次の視点から、災害時におけるエネルギー産業間(石油、電気、ガス)の比較検証を行った。

- 各エネルギー産業の供給インフラの体系(=供給ライン)を拠点とネットワークに分けて検証する
- 災害としては阪神淡路大震災と東日本大震災を取り上げ、前者では地震ファクター、後者では特に津波ファクターに着目し、被害状況などをできるかぎり洗い出し、分類検証を行う(今後さらに検証していく必要あり)

その検証を通して、次のようなことが明らかになり、総体として石油販売業には相対的な強さがあることが示された。

- 阪神大震災時においてエネルギー産業間において安定供給能力の面から比較検証すると石油が一番安定供給能力が高いことが分かる。石油がなぜ他エネルギーよりも安定的に供給されるかを考えると、(1) エネルギーを生産、精製している拠点が強固であることと(2) フレキシブルな供給ネットワークをもつことに加え、(3) 供給の末端拠点としての給油所が強い。
- 東日本大震災も含め二つの震災時のエネルギー産業間のエネルギー復旧に関する対応を比較検証すると、石油の復旧の早さが伺える。このことから石油産業全体が、震災に対して壊れにくく壊れてもすぐ直るという強さをもっていることがわかる。
- また、東日本大震災の津波による被害はどのエネルギー産業間でも多大なものであり、被災地では必然的に国民生活のエネルギーインフラがおびやかされるところとなった。そこで、各エネルギー供給インフラを強化するのはもちろんのこと、国民生活のライフラインを全体として守る視点から課題を考察する必要がある。

4. まとめ

まずはじめに石油の公共性の検証を行った後、平時(日常生活)においてエネルギー供給を担う給油所の視点から給油所数が減少している現状をとらえ、災害時において石油の安定供給の使命を担う給油所の視点からその強さについて検証を行った。合わせて、その強みをさらに強固にするための課題について考察した結果、災害時における課題としては石油産業としてはさらに予備電源の確保や地下タンク保全策、タンクローリーの配送体制の整備などが挙げられる。しかし、平時(日常生活)に対してはどうだろうか。公共性をもつ給油所がこのままさらに減少していくことは問題である。ある一定の段階で歯止めをかけなければ、石油の公共性は失われ緊急時はもちろん平時においても国民生活のライフラインがおびやかされる可能性がある。

2010年度に増田優の主宰する「知の市場」において須藤繁が講ずる国際石油論を吉原有里が受講して石油問題に関して触発を受けたことを契機として、互いの問題意識を共有しつつ須藤繁の研究指導の下に共同研究を展開してきたが、今後、国民生活のライフラインとしての石油供給の安全保障の確保のためにはどうすべきか、さらに検討を深めていきたい。

石油販売業の公共性と 社会インフラの側面に関する考察

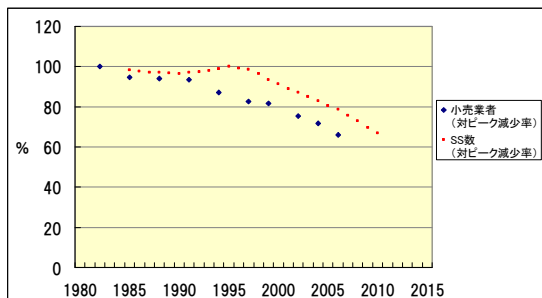
吉原有里、増田優
お茶の水女子大学ライフワールドウォッチセンター
須藤繁
帝京平成大学経営マネジメント学科

はじめに

エネルギーは生活の根幹を支えるものである
→エネルギー供給インフラには公共性がある

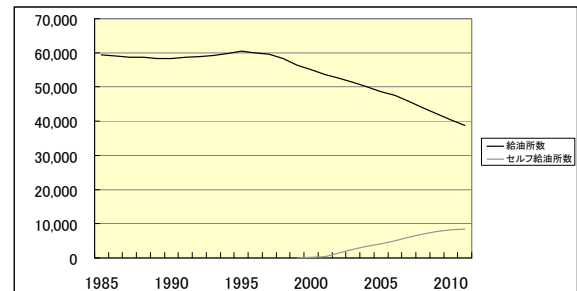
1. 石油というエネルギーを供給する石油販売業の公共性について検証する
2. 災害時における石油・電気・都市ガスの各エネルギー供給インフラの被害実態と復旧対応に着目し比較検証することで、石油供給がもつ相対的な「強さ」を明確にする
3. 小売業の趨勢と軌を一にして減少し続けている給油所数が、ある一定の数を下回ったときに、国民生活のエネルギー安全保障の面から問題があるのではないかという問題提起を行う

小売業者数と給油所数の推移傾向



→ 給油所数のピーク時以降の減少傾向は小売業者数にみられる減少傾向と同じ

給油所数とセルフスタンド数の推移



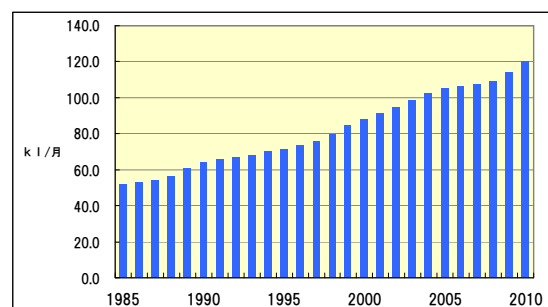
1999年以降、セルフスタンドという新しい経営スタイルの給油所が登場し年々増加しているが、これは給油所数減少の中で起こっていることである

石油流通効率化ビジョン研究会の提言

1995年に経済産業省資源エネルギー庁が主催したこの研究会は、今後、石油販売業者は規制緩和によるガソリン価格低下に対応するため、コスト削減と消費者ニーズへの対応が必要であることを指摘するとともに、給油所の新たな発展の方向として以下の4つを示した

- サービス重視型
- 量販指向型
- 多角経営型
- 早期撤退型

1給油所あたり月間ガソリン販売量



1985年の51.6kLから漸増し、2010年には120.2kLと2.3倍となっている
また、1999年の84.5kLからは1.7倍となっている

全般的な給油所数変化の流れ

給油所数の減少は、基本的に流通の合理化（流通網の統合・店舗の大型化）の流れの中でもたらされたものであり、その減少傾向は小売業者数の減少傾向と軌を一にしている。

また、1999年以降、規制緩和によりセルフスタンドが出現、増加している。

「量販指向型」のスタンドの増加により1店舗あたりのガソリン販売量が増加し、全体の需要が頭打ち状態にあるガソリン市場の中で、給油所の淘汰が加速した。

エネルギー供給インフラの拠点とネットワークの分類

	石油	電気	都市ガス
拠点	製油所 油槽所 給油所	発電所 変電所	ガス製造所 ガスホルダー
ネットワーク	道路 タンクローリー	電線 (送電線と配電線) (架空線と地中線)	ガス管 (高圧、中圧、低圧導管)

阪神淡路大震災時

石油産業の被害全般

- 拠点：製油所、油槽所における被害はなかった
(ただし、製油所では地震時の自動停止により出荷が数日遅れた)

被災地給油所では建物一部に損壊が見られた

- ネットワーク：タンクローリーは無事、道路寸断

阪神淡路大震災時

石油：拠点（給油所）の被害

項目	該当数	項目	該当数
兵庫県給油所数	1667ヶ所	キャンピー破損等	116ヶ所 (13.3%)
被災地給油所数	869ヶ所	防火塀倒壊破損	68ヶ所 (7.8%)
被災給油所数	579ヶ所	防火塀破損等	295ヶ所 (33.9%)
建物全壊	0ヶ所 (0%)	地下タンク破損	0ヶ所 (0%)
建物半壊	9ヶ所 (1.0%)	土間隆起陥没	83ヶ所 (9.6%)
建物破損亀裂	242ヶ所 (27.8%)	洗濯機倒壊破損	52ヶ所 (6.0%)
キャンピー落下	10ヶ所 (1.2%)	火災	0ヶ所 (0%)

(カッコ内は被災地給油所数に占める被害の比率)

→ 全般的に被害は軽微であり、特に供給面から見れば供給設備（地下タンク、キャンピー等）にほとんど被害はなかった

阪神淡路大震災時

電気産業の被害全般

- 拠点：発電所及び変電所数力所で一部故障がみられた
(また、地震時の発電所の自動停止も重なり地震直後は260万世帯の停電)

- ネットワーク：送配電線の寸断、電信柱の倒壊

阪神淡路大震災時

電気：拠点の被害

発電所	該当数	変電所	該当数
被災発電機 (被災発電所)	12基 (10ヶ所)	被災変電所 (大小合計)	48ヶ所
うち、発電機被害 (供給に支障あり)	8基	うち、設備被害 (供給に支障あり)	17ヶ所
<設備被害詳細>		<設備被害詳細>	
ボイラー設備損傷		変圧器損傷	
貯油タンク基礎杭露出		建物外壁亀裂	
タンクヤード防油掘亀裂		構内舗装亀裂	

→被災した発電機の三分の二、変電所の三分の一に供給設備に被害

阪神淡路大震災時
電気：ネットワークの被害

架空線		該当数	地中線		該当数
被害状況	被災送電線路	119線路	調査送電管路数	254径間	
	送電線路被害 (供給に支障あり)	23線路	うち、送電管路被害数	134径間 (52.8%)	
	<設備被害詳細>		調査送電人孔数	181箇所	
	鉄塔、罫子の損傷		うち、送電人孔被害数	78箇所 (93.1%)	
	神戸支店配電線	2051回線	調査配電管路数	289径間	
	うち、配電線被害 (供給に支障あり)	561回線 (27%)	うち、配電管路被害数	72径間 (24.9%)	
			調査配電人孔数	211箇所	
			うち、配電人孔被害数	80箇所 (37.9%)	
			<設備被害詳細>		
			スリーブ抜け、鉄管割れ等		

→ 架空線において送電線は20%、神戸支店配電線は27%が損傷
→ 地中線は上記多数の被害箇所があり、約50%の供給ラインが寸断

都市ガス産業の被害全般

- ・ 拠点：ガス製造所、ガスホルダーにおける被害はなかった
- ・ ネットワーク：広範囲のガス管の損壊あり

阪神淡路大震災時
都市ガス：ネットワークの被害

ガス管		該当数
被害状況	高压導管被害	0箇所
	中圧導管被害	106箇所
	<設備被害詳細>	
	液状化地区及び旧材質導管の破壊	
	低压導管被害	26,459箇所
	<設備被害詳細>	
	ねじ鋼管は引張りの力に弱い 大半は家庭への引込管	

→ 低压導管の被害数が多く、供給ライン寸断の主な要因となっている

阪神淡路大震災時
エネルギー産業間の比較検証

		石油	電気	都市ガス
被害状況	拠点	(製油所：感知による自動操業停止) 給油所：軽微	発電所、変電所ともに供給に支障がでた	——
	ネットワーク	問題なし (道路寸断は迂回で解消)	送配電線損傷により供給に支障がでた	ガス管損傷により供給に支障がでた
供給面での被害		数日間出荷停止があったが、SS貯蔵タンク内石油もあり、供給に問題はなかった	最大260万戸への供給がストップ	最大86万戸への供給がストップ
供給復旧		——	7日目で復旧完了早かった	85日目で復旧完了遅かった

→ エネルギーとして一番安定供給されたのは石油

阪神淡路大震災時
石油が安定供給できた理由の考察

給油所の特性の考察	
被害状況	軽微
分析ポイント①	なぜ被害が小さかったのか
	① ハードウェア：建物、地下タンクなどの耐震性、強固性、耐火性・不燃性
	② ソフトウェア：サービス訓練、保安教育も基づくスタッフの適切な対応
分析ポイント②	なぜSSは供給機能を損なわなかったのか
	① 消防法、建築基準法による厳しい規制
	② 耐震性に優れた強固な建築基準
	③ 多重構造の地下タンクで漏洩防止

① 製油所、油槽所という強固な拠点

② フレキシブルな供給ネットワーク

③ 供給ライン末端の拠点：給油所が強かった

東日本大震災時
石油産業における被害・復旧状況及び対応

	被害状況と復旧状況	対応
拠点	製油所：3製油所で操業停止(火災2、被害損傷大1)	・他地域の製油所で精製増強を行うことで全国的な需要量をカバーする ・西日本からのガソリンの転送
	油槽所：多数が出荷停止に	・港湾の整備を急ピッチで行い、供給重点地にある油槽所の復旧を10日間で果たし、全社共同利用とした
ネットワーク	給油所：被災地によっては早期営業可能な店舗がほとんどない状態 →1ヶ月内に90%が営業再開(元売七社)	・SS空白地に、地上タンク型の仮給油所を設置
	タンクローリーの不足	・西日本などからタンクローリーを順次派遣(それでも不足感はあった)

→ タンクローリーが津波に流されたことが供給ラインを確保するうえでネックになった

東日本大震災時
電気産業における被害・復旧状況及び対応

	被害状況と復旧状況	対応
供給インフラ	発電所、変電所の多数設備被害 送配電線の被害（地震によるものも含む） ：地震直後486万戸で停電 →6月末には一部地域を除き復旧	・人員派遣による復旧作業 ・発電車等の投入

→電気産業は広範囲の被災により復旧に時間がかかった

東日本大震災時
都市ガス産業における被害・復旧状況及び対応

	被害状況と復旧状況	対応
拠点	ガス製造所に被害 （海岸地域の一部ガス製造所は復旧困難）	・人員派遣による復旧作業 ・天然ガスパイプラインによる供給ラインの確保
ネットワーク	ガス管損壊（+ガス製造所の停止） 40万戸への供給停止 →2ヶ月内ですべての復旧対象世帯への復旧を果たした	

→都市ガスは今回の震災に関して電気より復旧が早かった
電気はどこ家庭にも普及しているが、都市ガスは都市部にしか普及していないので、集中的な人員の投入により早期復旧が可能であったから

阪神淡路大震災と東日本大震災
二つの地震をとおしての供給インフラの特性

	石油	電気	ガス
ネットワーク	タンクローリーが確保されれば、迂回道路の利用により供給は可能 →しかしタンクローリーが不足する場合は、供給機能は鈍くなる	送配電線は脆弱 →しかし復旧に人手があれば復旧は早い	ガス管は脆弱 →従来復旧が難しいものとされていたが、人手を効率的に使うことで復旧は早い
拠点	地震による被害 製造所、油槽所は強固 給油所は強い	発電所、変電所は脆弱 →発電機車導入による発電量の補充 →他発電所からの融通	ガス製造所は強固
復元力（復旧能力）	各拠点とそれを結ぶタンクローリー（運輸業）の連携により、供給ラインの復旧は早い	人手の導入により早期復旧は望めるが、地域間での復旧時期に格差がある	人手を効率よく使えることという点で早期復旧が望める

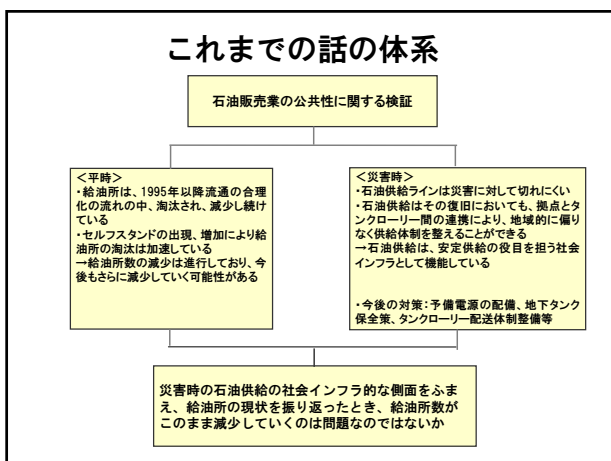
津波という災害に対してはどの産業も多大な被害を受ける
→しかし、二つの地震をとおして石油産業は災害自体に対しても、また災害後の復旧に対しても他産業より相対的な強さをもっているといえる

国民のライフラインを守るための課題

災害にあったときにまず必要なのは
水、食事、暖、情報
である

水を確保するには井戸が必要。井戸から水を汲み上げるには電気が必要
食事を作るには食糧と調理（加熱）のためのエネルギーが必要
暖をとるには灯油か電気が必要
情報を得るには電気が必要

電気を確保するには発電機が必要
発電機を動かすには予備電源が必要
予備電源を燃料は石油である



経緯

2010年度に増田優の主宰する「知の市場」において須藤繁が講ずる国際石油論を受講して石油問題に関して触発を受けたことをきっかけに、須藤繁の研究指導の下に共同研究を展開してきた。

今後、国民生活のライフラインとしての石油供給の安全保障の確保のためにはどうするべきか、さらに検討を深めていきたい。

微粒化技術と社会ニーズ

小金井 稔元、今井 健太[○]

大川原化工機株式会社 開発部 特機グループ

液体の特徴は、容器に合わせて自由に形を変えることができることと自ら表面張力で丸くなろうとすることである。この性質を利用して、液体を空中に分散させることを微粒化と言ひ、その技術を使って様々な産業が発展してきた。本文では、微粒化に対する社会ニーズの変遷と微粒化技術の発展について考察する。

1. 微粒化技術の応用分野

液体の微粒化と言ってもその利用分野は多岐に渡る。液体燃料の噴霧燃焼、吸着塔、ペイントの吹きつけ、加湿・調湿、液剤の散布など、以下に代表的な応用例を示す。今回はその中の燃焼、塗装、噴霧乾燥について考察する。

内燃機関・燃焼炉	液体燃料の噴霧・燃焼、排ガス処理
化学工業	吸着塔、冷却塔、カーボンブラック製造
塗装	ペイント吹きつけ
医薬・食品製造	スプレードライ、コーティング、造粒
医療・調湿	加湿、調湿、ネブライザ
農業	液剤の散布、噴霧かん水
金属	融液原料の噴霧（固体粒子）
機械	噴霧潤滑、セミドライ加工
その他	消火、噴霧冷却、洗浄、インクジェット 静電気除去

2. 微粒化原理

液体の微粒化原理は、基本的には Dombroski らが提唱する液膜分裂理論に基づく。液膜状になった液体は空中に放出されると同時に、液膜に波が発生し、振幅が大きくなってやがて分裂する。その分裂過程は、まず液膜が紐状になり、紐にくびれができて離れ、分裂した粒子は空中で丸くなる。液体が分裂過程を経て微粒化した時、各粒子の粒子径は完全には均一にならず、ある粒子径を中心に細かい粒子と大きい粒子に分布する。

3. 微粒化技術の利用分野

3つの利用分野について社会ニーズの変遷と微粒化技術について検討する。

(1) 噴霧燃焼

オイルバーナやディーゼル機関などは液体燃料を効率良く燃焼させるために、燃料を微粒化し表面積を増加させ、蒸発の促進を図ることが必要である。また、液体燃料は気体燃

料に比較して、空気との予混合が難しく、微粒化装置を備えた拡散燃焼装置が一般的である。

(2) 塗 装

噴霧塗装は、自動車工業と密接に係わりながら進歩した。これは、噴霧塗装が高い生産性と優れた仕上がり品質を保持することができるからである。噴霧塗装機は、エア霧化式、エアレス式、回転式などがある。噴霧塗装は、他の塗装法に比較して無駄になる塗料が多い。そこで、塗装粒子を帯電させ被塗装面との間の静電気力によって塗装膜を作る静電塗装が考案され、塗装効率の向上を図っている。

(3) 噴霧乾燥

微粒化したスラリー等に熱風を接触させ、瞬時に乾燥させる乾燥装置である。空中に分散した液状粒子は球状のまま乾燥するため、流動性の良い均質な粉末製品を得ることが出来る。あらゆる産業の中間原料の製造に使われていて、最近では、IT 関連の製品や電池材料の原料の生産に利用させている。

4. 微粒化技術の今後について

このように微粒化技術が中心となって、現代社会のあらゆる産業の生産設備の基本の要素として重要な位置をしめている。この微粒化技術には、回転円盤方式やノズル方式などが考案されているが、前述したように、利用される産業分野において、様々な装置が付加され発展してきている。今後、社会ニーズに応え微粒化技術により高度な技術が付加され、利用分野がさらに拡大していくものとする。

秘

多品種生産におけるコンタミネーション 防止の取り組み

綜研化学株式会社
生産技術部長 山崎 勉

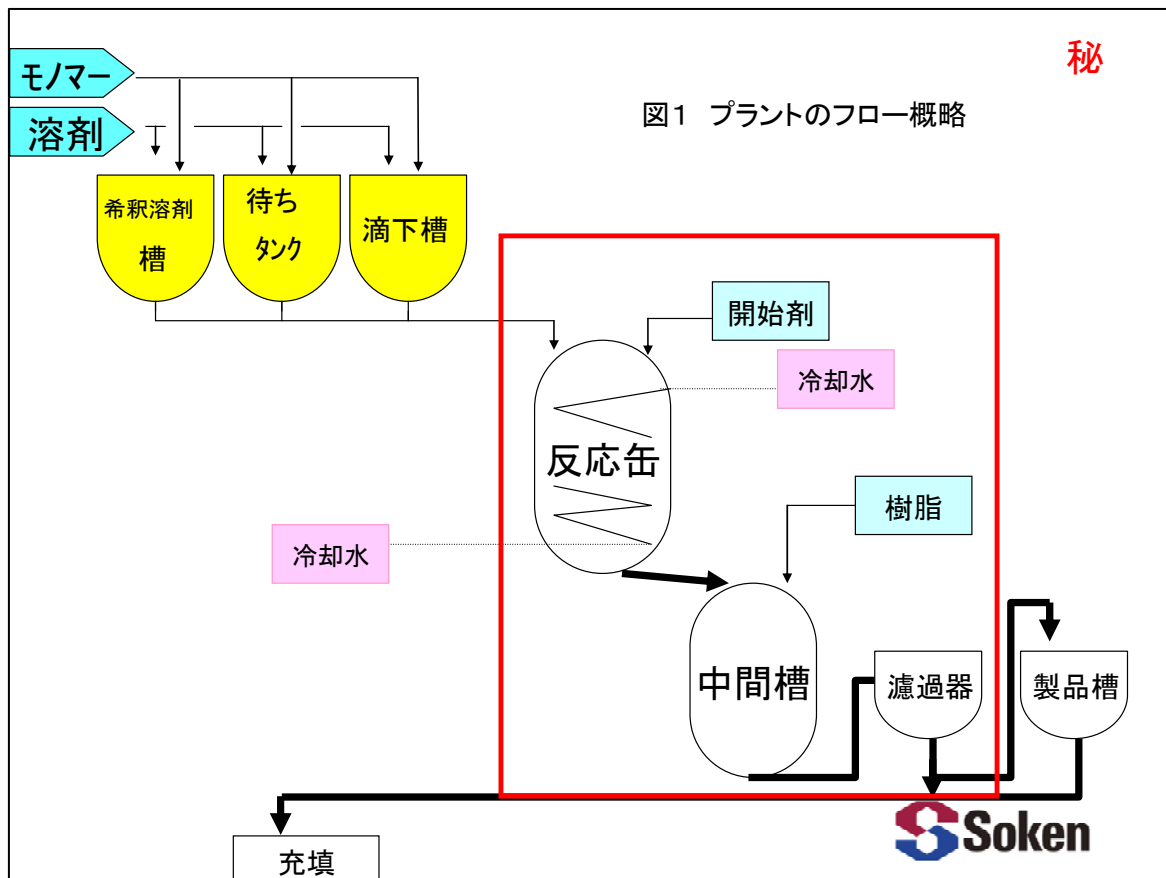


秘

目次

1. 取り組みの背景
2. 解決すべき課題
3. くすみ(濁度)の定量化
4. プラントAにおけるダイヤフラム弁導入検討
5. 洗浄方法の見直し
6. 効果のまとめ





秘

1. 取り組みの背景

表1 不適合件数一覧

	全件数	溶剤系
2007年度	66	25
2008年度	69	24
2009年度	55	29

表2 不適合4M分析

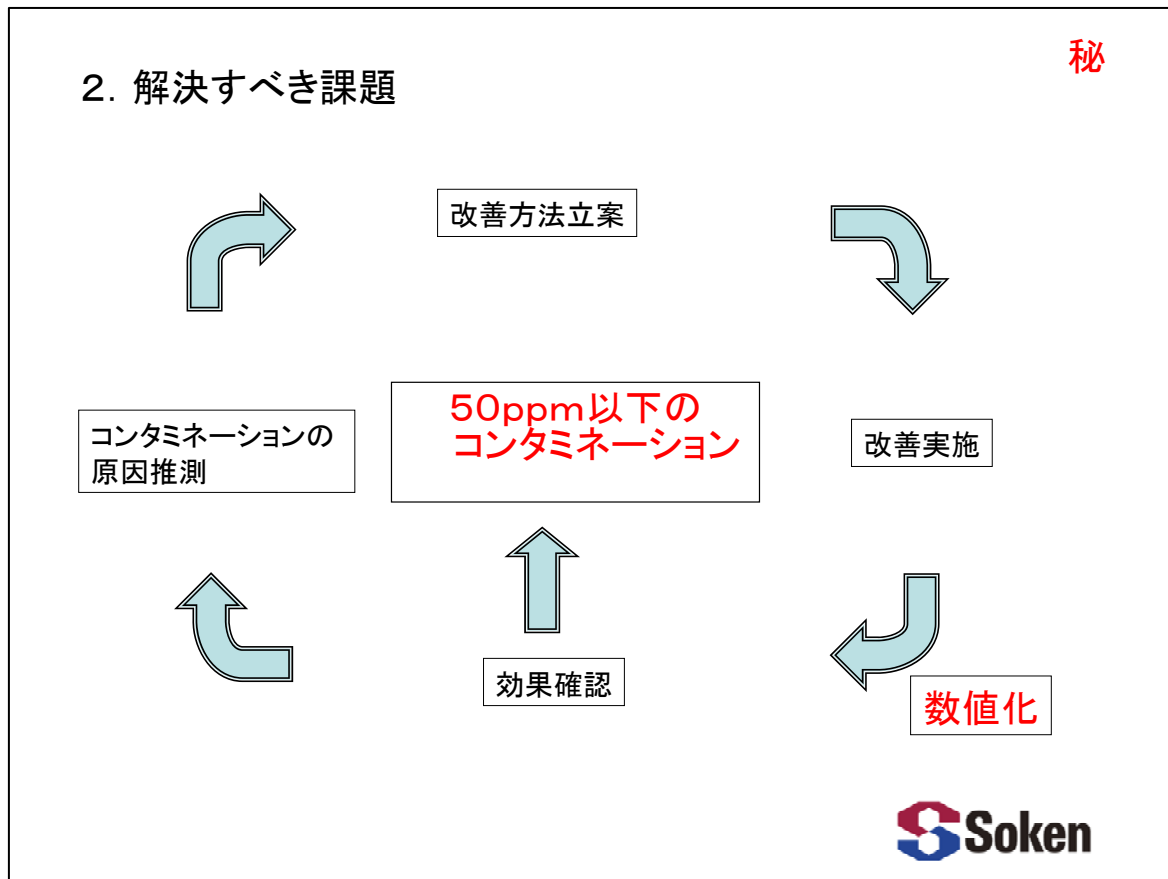
人	設備	原料	プロセス	洗浄	その他
7	6	1	2	9	2
2	11	0	3	6	2
8	3	1	2	9	6

冷却能力不足

窒素置換(酸素濃度)関連

洗浄関係

Soken




秘

3. くすみ(濁度)の定量化

くすみの外観検査は500mlのガラス瓶に入れたサンプルの目視判断で行っている。職人的力量が必要で、尚且つ、検査結果のバラツキ、基準の曖昧さが扶植できない。くすみの苦情が撲滅できない。

訓練すれば正確で、精度の高い結果が得られる分析方法がどうしても必要！



秘

積分球式光電光度法を用いた色差計



【型式】 COH-400
【製造元】 日本電色工業株式会社

【測定項目】
濁度(ヘイズ)、APHA色(HAZEN)、
Gardner色、
L*a*b*、YI、ASTM色、Saybolt色、全透
過率、拡散透過率、平行透過率、XYZ、
Lab、 Δ Lab、 Δ E、 Δ L*a*b*、 Δ E*、Yx
y、WB、L*C*H*、 Δ L*C*H*



【石英セル】
HAZEN測定用33mmセル
Gardner測定用10mmセル



秘

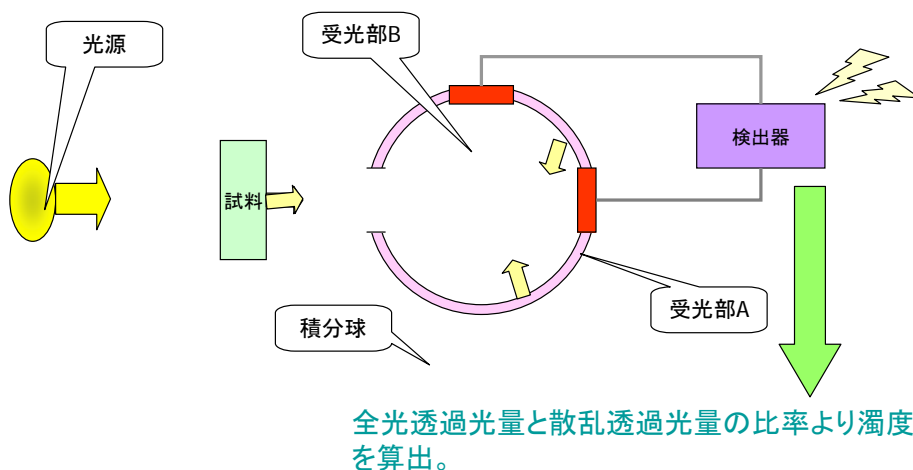


図2 色差計によるヘイズ測定原理



秘

表3 製品Aの目視検査とヘイズ(濁度)の比較

目視測定結果(程度)	機器測定結果(ヘイズ)
1	0.17
1-2	2.51
2	3.82
3	8.37



秘

表4 製品Bにおける目視検査とヘイズ(濁度)の比較

外観規格値	Lot No	目視測定		機器測定	
		目視外観	比色 HAZEN	ヘイズ	HAZEN
黄色透明	07102635	透明	300以上	0.94	410
	07111015	透明	300以上	1.31	412
	07111025	透明	300以上	1.94	417
	07112335	透明	300以上	1.97	405
	07112415	透明	300以上	1.25	406
	07102625	透明	300以上	2.33	411
	07112325	微濁	300以上	5.38	408



秘

4. プラントAにおけるダイヤフラム弁導入検討

くすみ不適合の原因追求を実施すると、反応缶から中間槽への移送の間に発生する
→ダイヤフラムバルブに替える事でくすみは無くなった

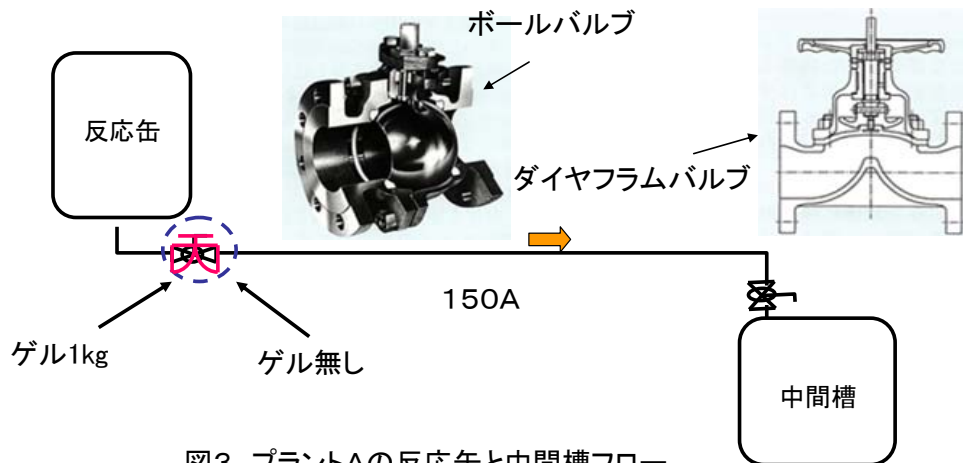
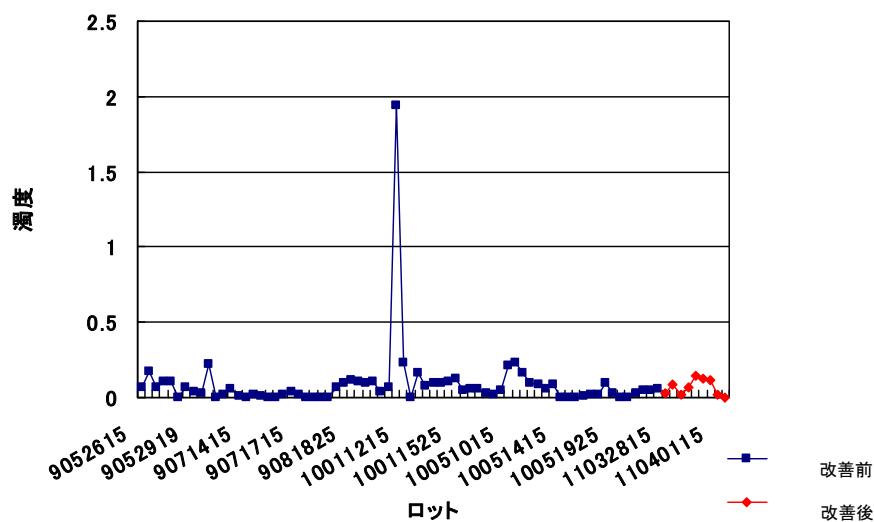


図3 プラントAの反応缶と中間槽フロー



秘



グラフ1 ダイヤフラムバルブ導入前後の製品Cの濁度



秘

表5 プラントAで発生する濁度に関する不適合件数

	濁度不適合 (件)
2007年度	4
2008年度	2
2009年度	5
2010年度	0



秘

4. 洗浄方法の検討

プラントBにおけるクスマ原因推定

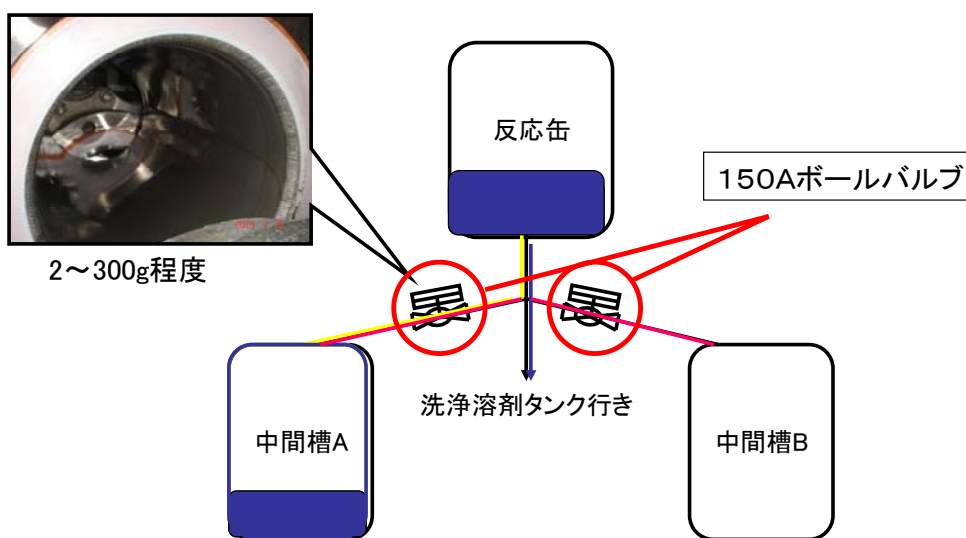
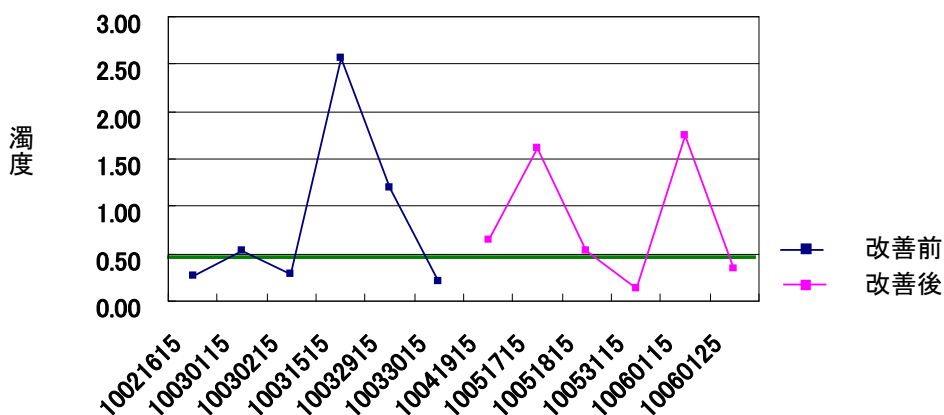


図4 プラントBの反応缶と中間槽フロー



秘



グラフ2 プラントBで製造した製品Dの改善前後の濁度

ばらつき幅は減ったが、根本解決に至らず...

濁度の異常値と製造プロセスに因果関係がある



次回希釈向け溶剤の有無などのプロセスも考慮



秘

希釈溶剤とは？

希釈溶剤とは？

粘着剤や塗料の重合終了後に決められた不揮発分になるように溶剤で希釈する。この工程で使用する溶剤を希釈溶剤と呼びます。

次回希釈向け溶剤とは？

プラントを洗浄した溶剤を希釈溶剤に使用する場合において、この溶剤を次回希釈向け溶剤と呼びます。プラントにこびり付いた製品を回収することを目的としています。



秘

次回希釈向け溶剤を使用するプロセスでのくすみの原因推定

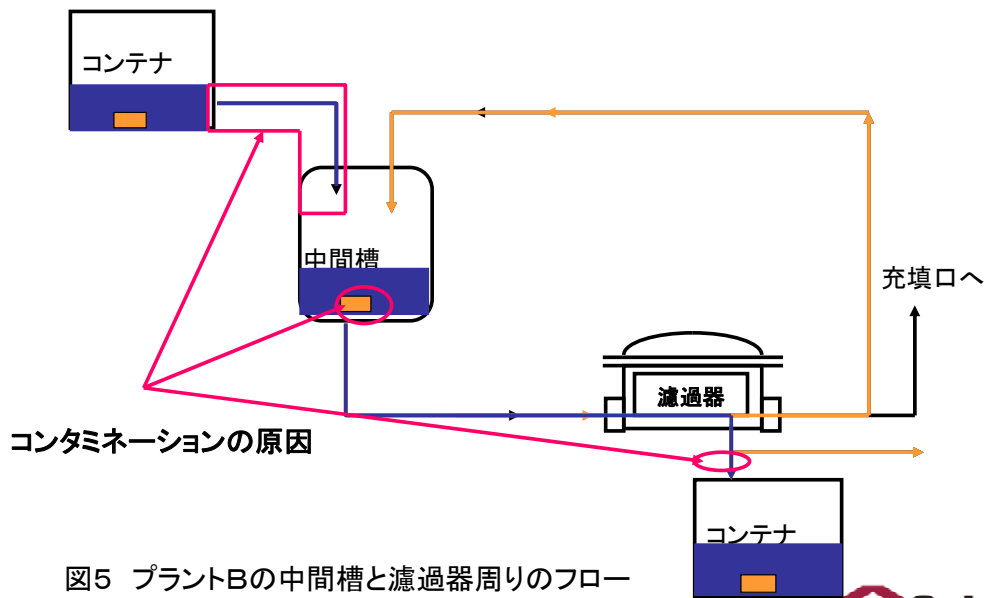


図5 プラントBの中間槽と濾過器周りのフロー



秘

原因推定と改善方法

推定原因

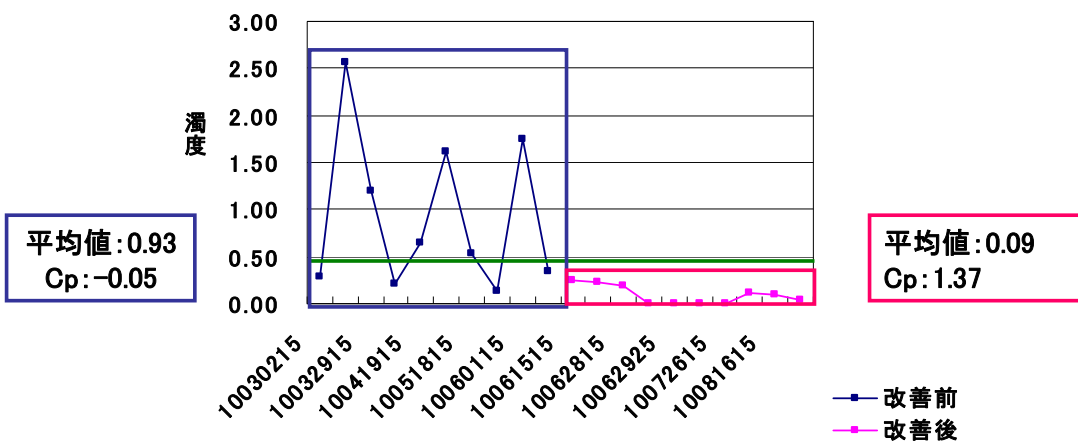
濾過器下のライン・バルブ、次回希釈向け溶剤投ライン・バルブが未洗浄であり次回希釈向け溶剤を用いる製品でコンタミネーションを起こす

改善方法

1. 次回希釈向け溶剤を使用する品番
→ 次回希釈向け溶剤の未洗浄部位の洗浄+移送ライン・バルブ洗浄
2. その他の品番
→ 移送ライン・バルブ洗浄



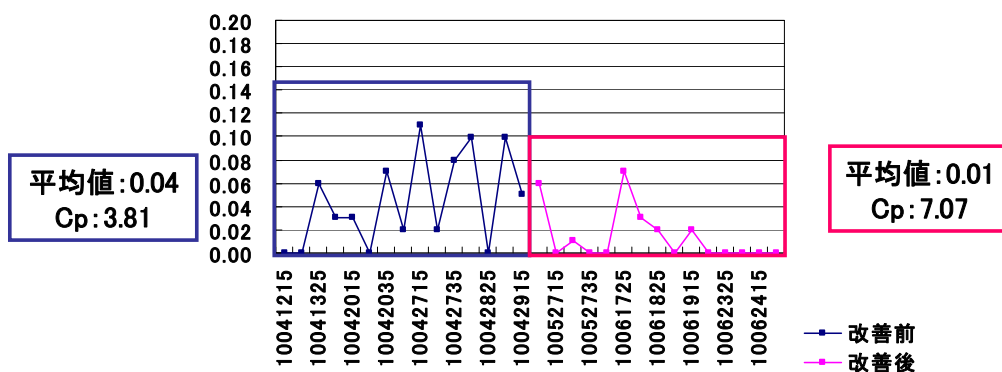
秘



グラフ3 プラントBで製造した製品Dの改善前後の濁度



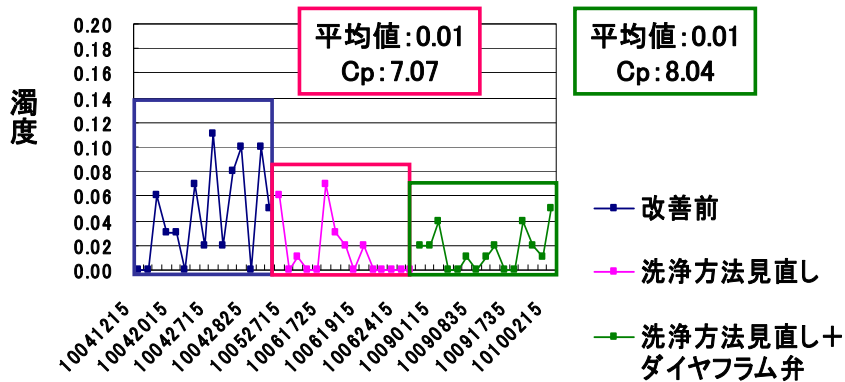
秘



グラフ4 プラントBで製造した製品Eの改善前後の濁度



秘



グラフ5 プラントBで製造した製品Dのバルブ変更前後の濁度



秘

6. 効果のまとめ

- ・定量的な判断(濁度計)の導入による品質管理強化
- ・不適合件数激減

表6 濁度に関わる不適合件数一覧

	浜岡	狭山
2007年度	7	2
2008年度	5	1
2009年度	9	0
2010年度	0	0



秘

実際に検討してくれた

浜岡綜研(株)浦田美歩 氏 濁度の数値化
綜研化学(株)永岡裕之 氏 洗浄方法、バルブ変更検討

両氏に感謝します。



発行者 社会技術革新学会
発行日 2011年9月28日(水)

<http://www.s-innovation.org/>

=====

社会技術革新学会事務局 jim2@s-innovation.org
〒112-8610 東京都文京区大塚2-1-1
お茶の水女子大学ライフワールド・ウオッチセンター内
TEL 03-5978-5096 FAX 03-5978-5096

=====