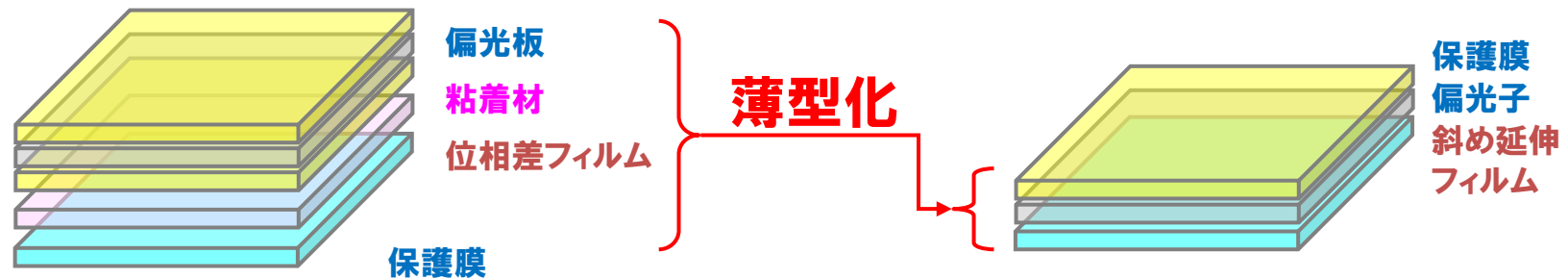
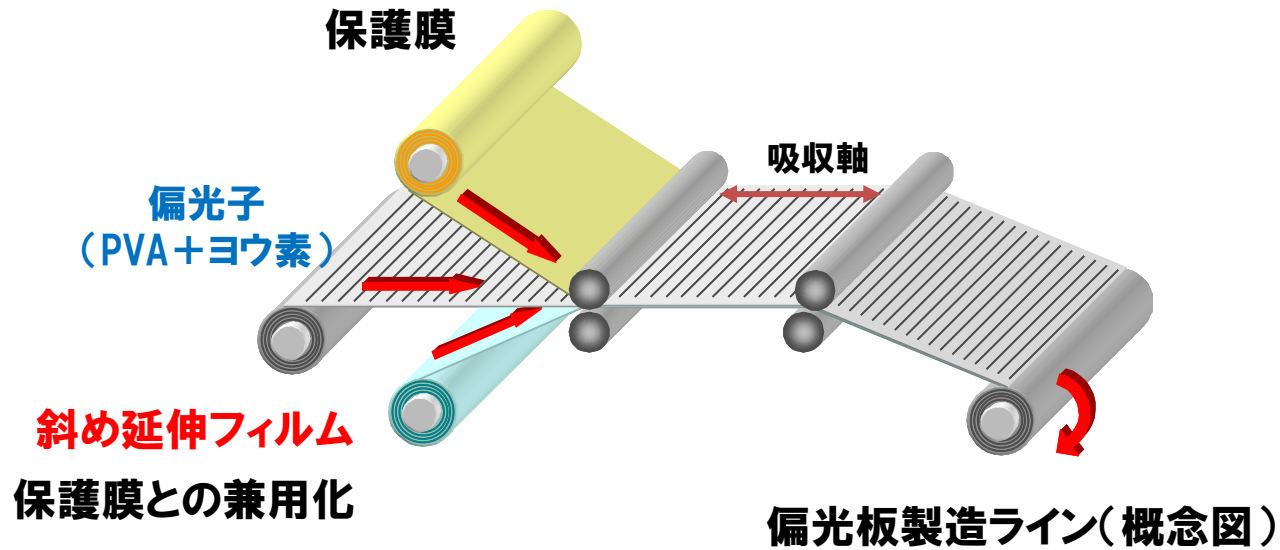


当日説明

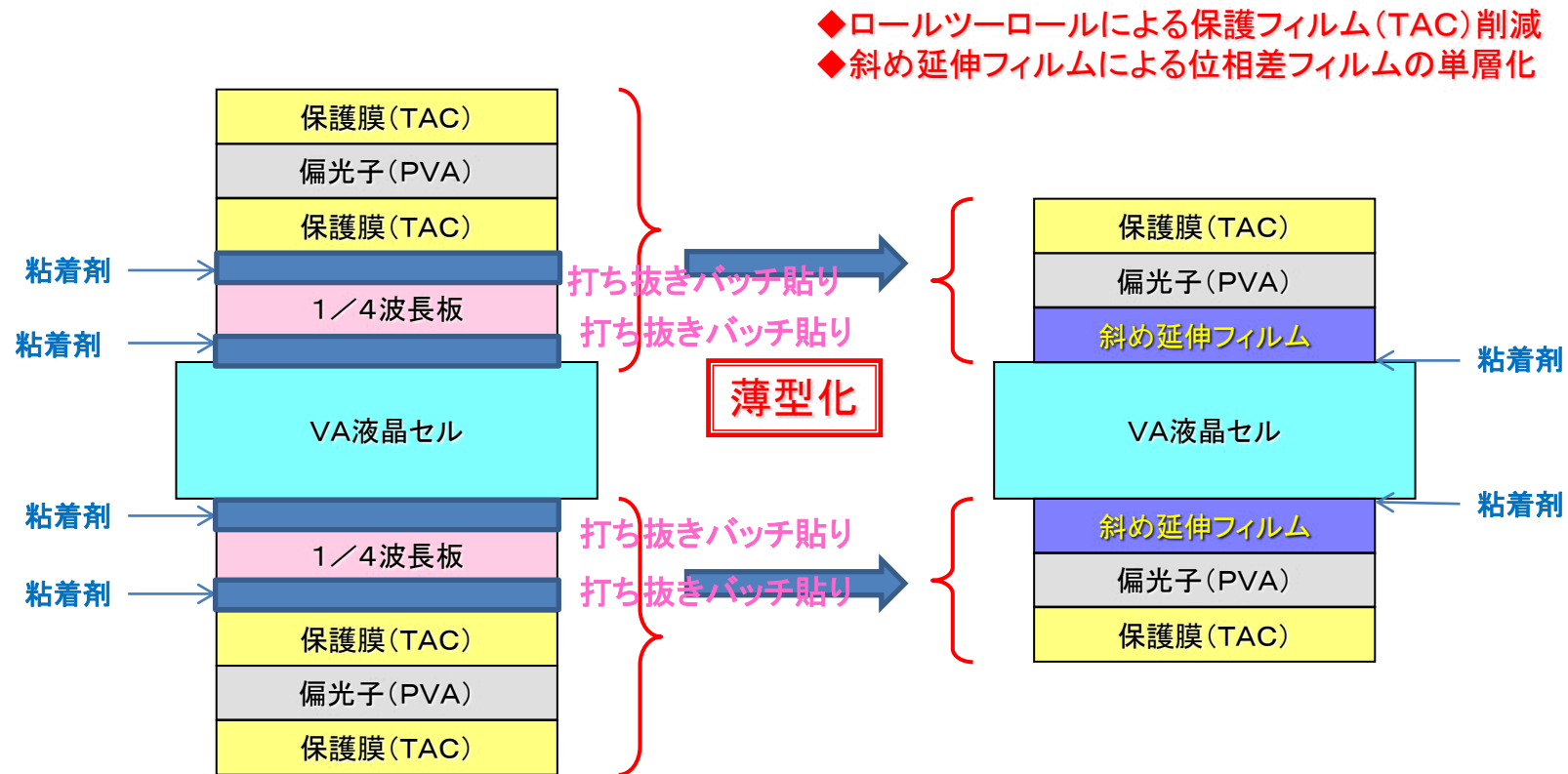
・偏光板製造プロセスで連続貼合が可能(ロールツーロール貼合可能) ZEON



⇒ 中小型液晶ディスプレイでの使用が進む

市場インパクトは極めて大きい。

円偏光型VAモード



この実現によって、全ての市場を取ることが出来た。
これも企業の合理的判断では進むものでは無かった。

大脳皮質

知

左脳

言語能力
論理能力
分析能力

イノベーションの推進力
(AIが得意)

右脳

直感力
イメージ

大脳辺縁系
(働きの一つ
として人間の
情動が必須)

不安・恐怖・怒り・くやしき
自己嫌悪・罪悪感
現状維持機能
(コンフォートゾーンの形成)

くやしきは起点になることが有る。

無邪気な自分
好奇心
遊び心
夢や欲望
正義感

イノベーションの起点
(AIには不可能)

ZOOM

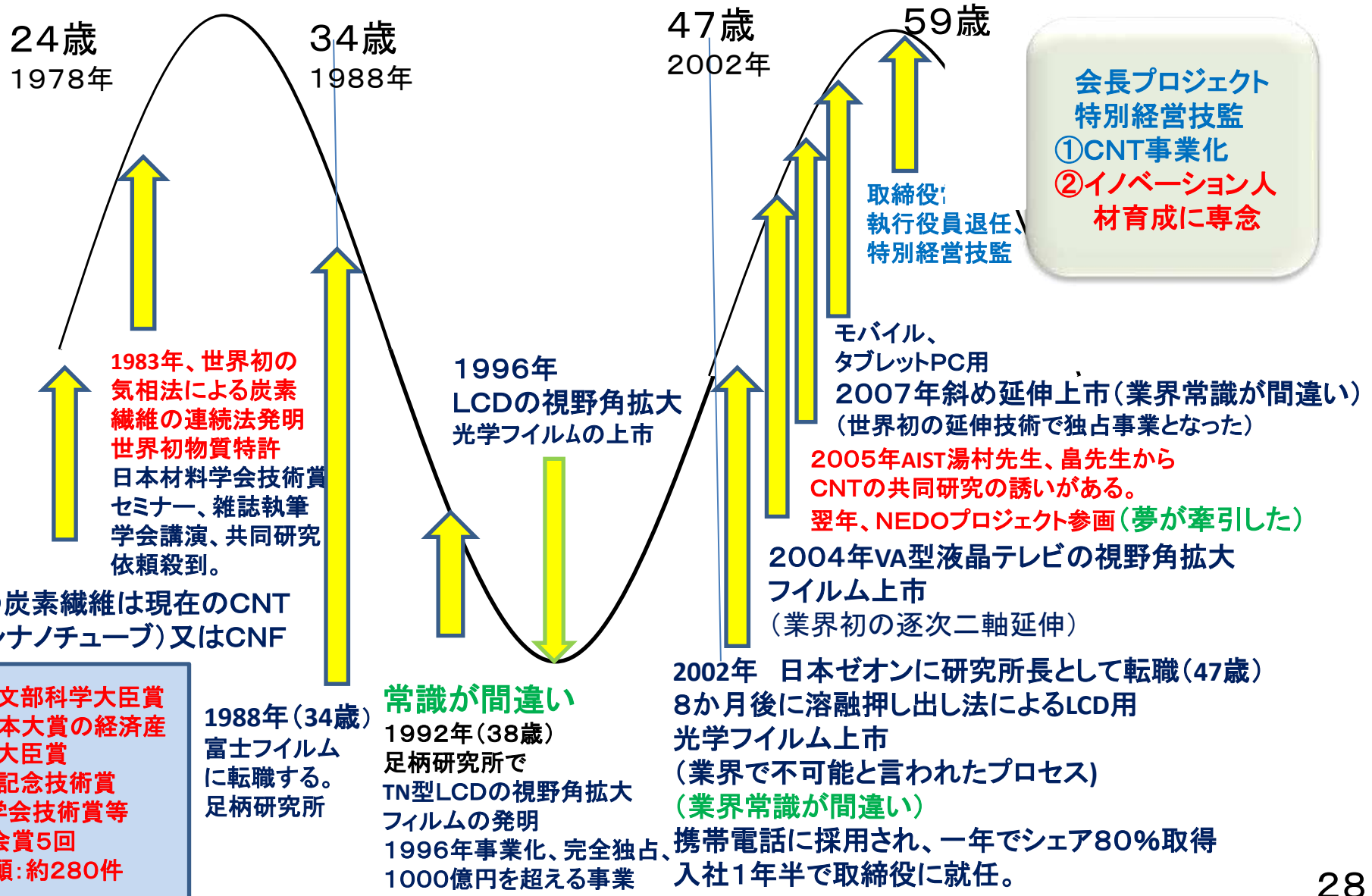
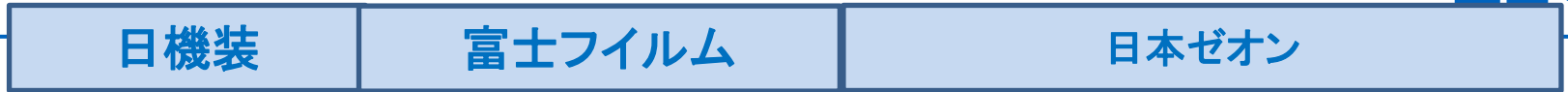
グミ

仮説1: 左脳からは、イノベーションの起点は起こらない。(意味づけが出来ない)

仮説2: 大脳辺縁系に強い刺激が起こり、そこから大脳皮質に刺激が行く。

どうしたら良いか。The third thinking.

夢がCNT事業をかなえる



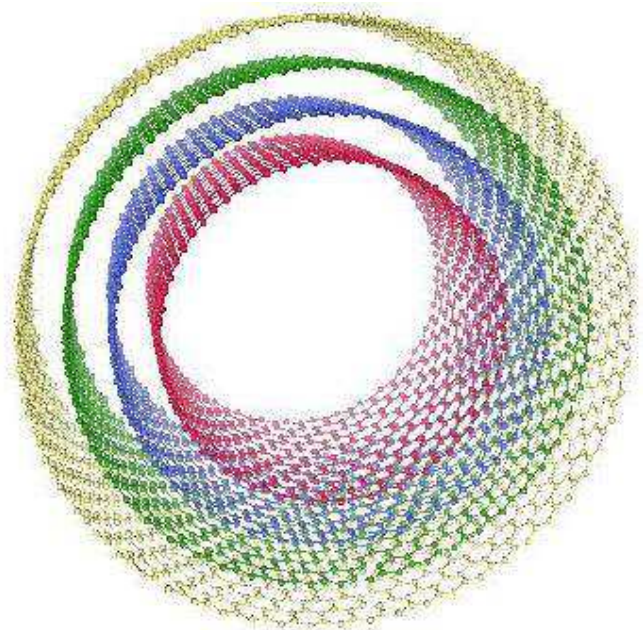
科学技術の文部科学大臣賞
ものづくり日本大賞の経済産業大臣賞
大河内記念技術賞
高分子学会技術賞等
学会賞5回
特許出願: 約280件

常識が間違い
1992年 (38歳) 足柄研究所でTN型LCDの視野角拡大フィルムの発明
1996年事業化、完全独占、1000億円を超える事業

1980年代VGCF(現CNTまたはCNF)

カーボンナノチューブとは...

五員環を含む炭素六角網平面がチューブ状になり、直径がナノスケールの物質



多層カーボンナノチューブ
又はカーボンナノファイバー

直径: ~数百 μm

1980年代 CNTという言葉は無かった。
現在多層CNTと言われている、物質や
カーボンナノファイバーと言われている物質は

当時

VGCF (Vapor Grown Carbon Fiber)

気相成長炭素繊維

気相法による炭素繊維

炭素フィブリル

等と呼ばれていた。

CNTと言う名称は1990年代以降。

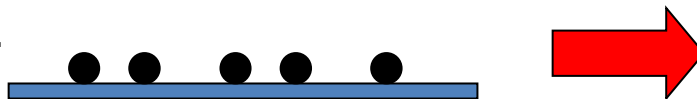
高温のセラミックの基板の上に炭化水素を流すと、時々黒い繊維が出来る。
それは炭素繊維であった。そのトップに鉄の粒子が有ることが判明する。



1976年:オーバーリン、遠藤がCNTの先端に
鉄の粒子を発見。
それがCNT(VGCF)の成長触媒となると推定した。

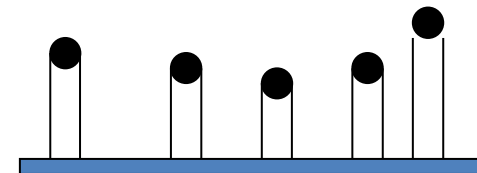
推定仮説

鉄微粒子



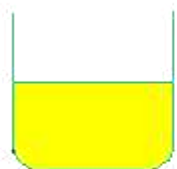
1100°Cの基板の上に、触媒を形成し、
炭化水素ガスを流す。

VLS機構(多くの論文に引用された理論)

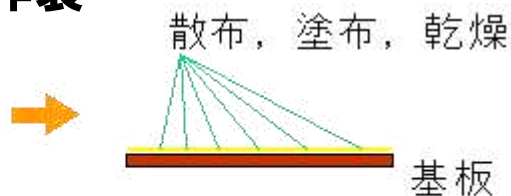


遠藤先生の方法

1) 触媒基板作製



鉄の超微粒子



- 基板に数百nmの鉄の超微粒子散布

VGCF: Vapor Grown Carbon Fiber

1982年4月に新聞を見て遠藤先生を訪問

1983年1月に追試成功した。しかし、

S社と遠藤先生の特許網で道は塞がれていた。

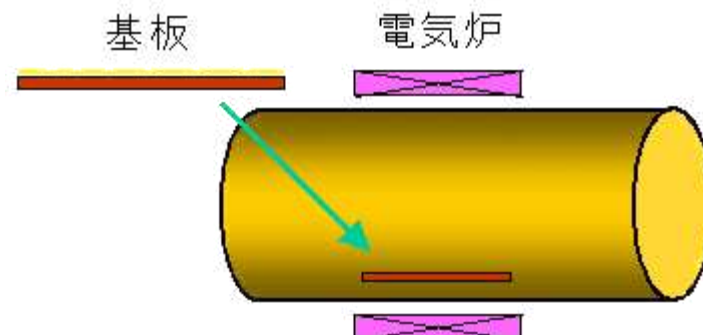
研究するモチベーションを失う。

上司に何も言えず研究を中断した。

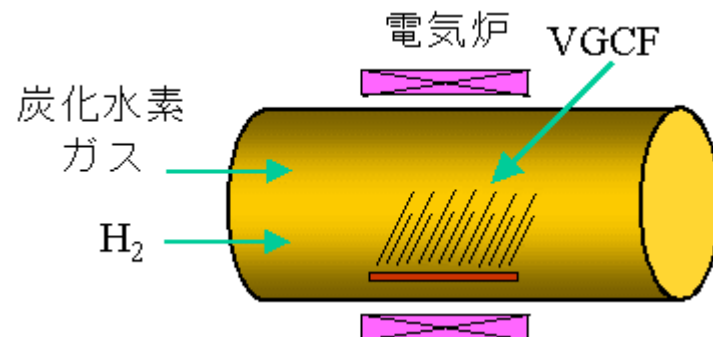
会社で何もすること無く、もんもんと

する。数ヶ月の時間が過ぎた。

2) VGCF合成



- 基板上的鉄微粒子を高温水素下で還元 (約1100°C)



- 基板を高温に保持した状態で炭化水素を熱分解 ⇒ **VGCF成長**

しかしVGCF(現CNT)に魅せられていた ZEON

(それは1982年、28才の時)

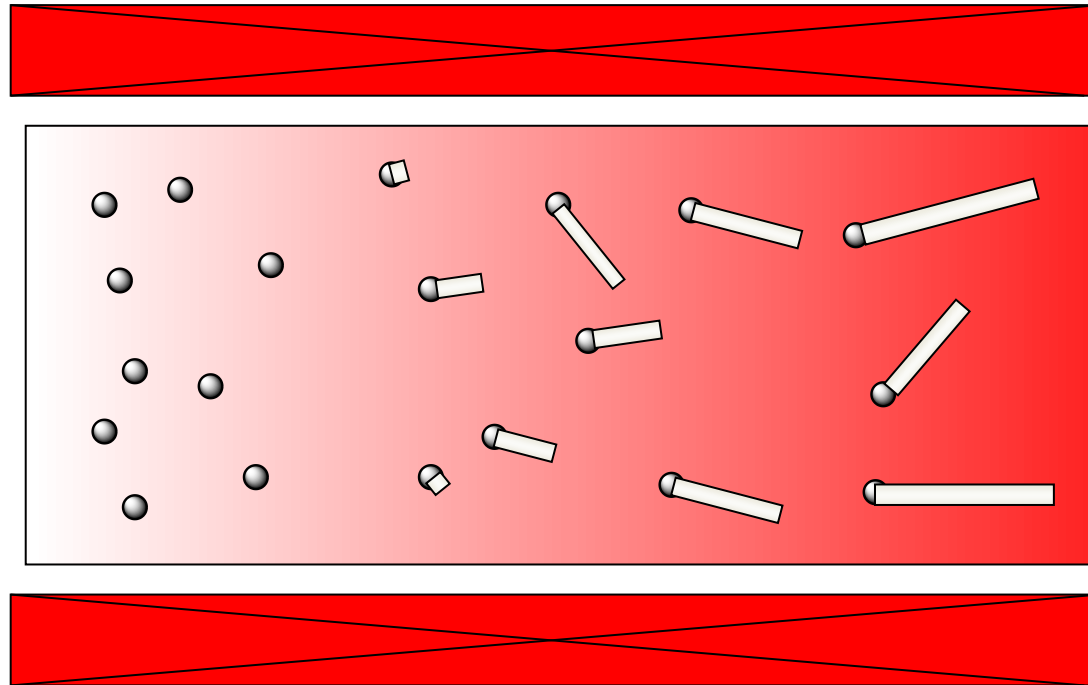
VGCFには、下記のようにいろいろな用途の可能性が示されていた。

当時考えられていた用途(1985年頃)

- ・引っ張り強度が高い。⇒ 構造部材 黒鉛化で2000Kg/mm²
- ・導電材料⇒高導伝導材料、超伝導材料
- ・電池材料⇒一次電池、二次電池
- 温度差電池
- 化学的安定
- 有機反応試薬・触媒
- 高比表面積
- 水素吸蔵特性が期待される

浮かんだイメージ

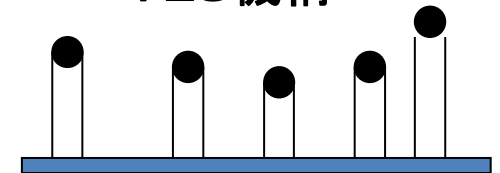
苦しみの中から
生まれた発想



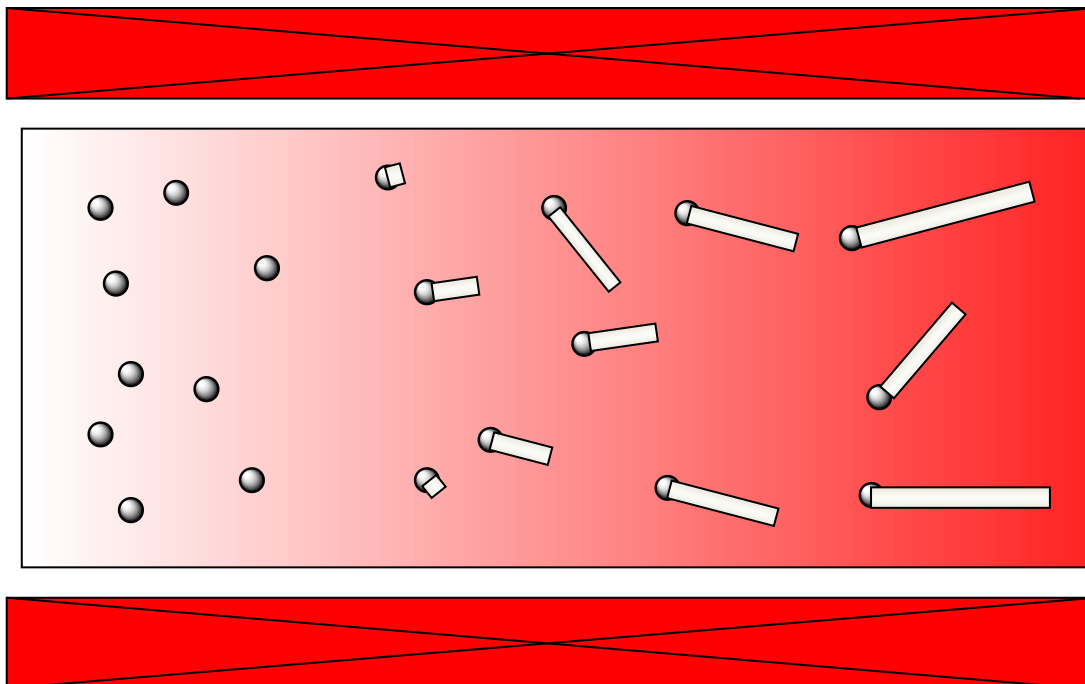
3つの大きな問題があった

- ①当時の文献からは、**基板が無ければ成長しない**と推定されるメカニズム。(VLS機構)
- ②市販の鉄の超微粒子は、**酸化鉄**である。
酸化鉄は触媒として機能しないことは分かっていた。
- ③市販の鉄の超微粒子は**凝集している**ため触媒として使えない。

VLS機構



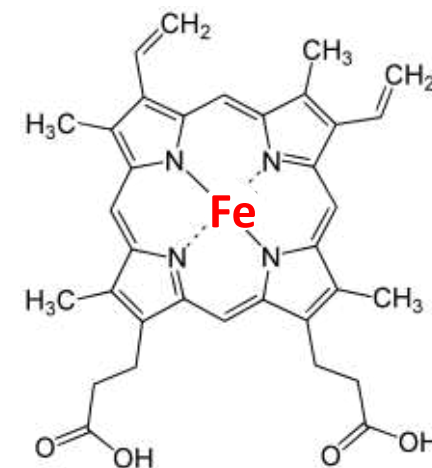
- ①超微粒子の酸化、凝集の問題はどうクリアするか。
- ②VLS機構は単なる仮説。疑う余地は有る。



四六時中考えていて、
無精ひげが伸び、考えている姿は暗く
みえる様で、パートのおばさんから、
荒川さんは生きていて楽しいことあるの？
と質問される。

息抜きに当時ベスト
セラーのビタミンバイブル
を読む。

ヘモグロビン

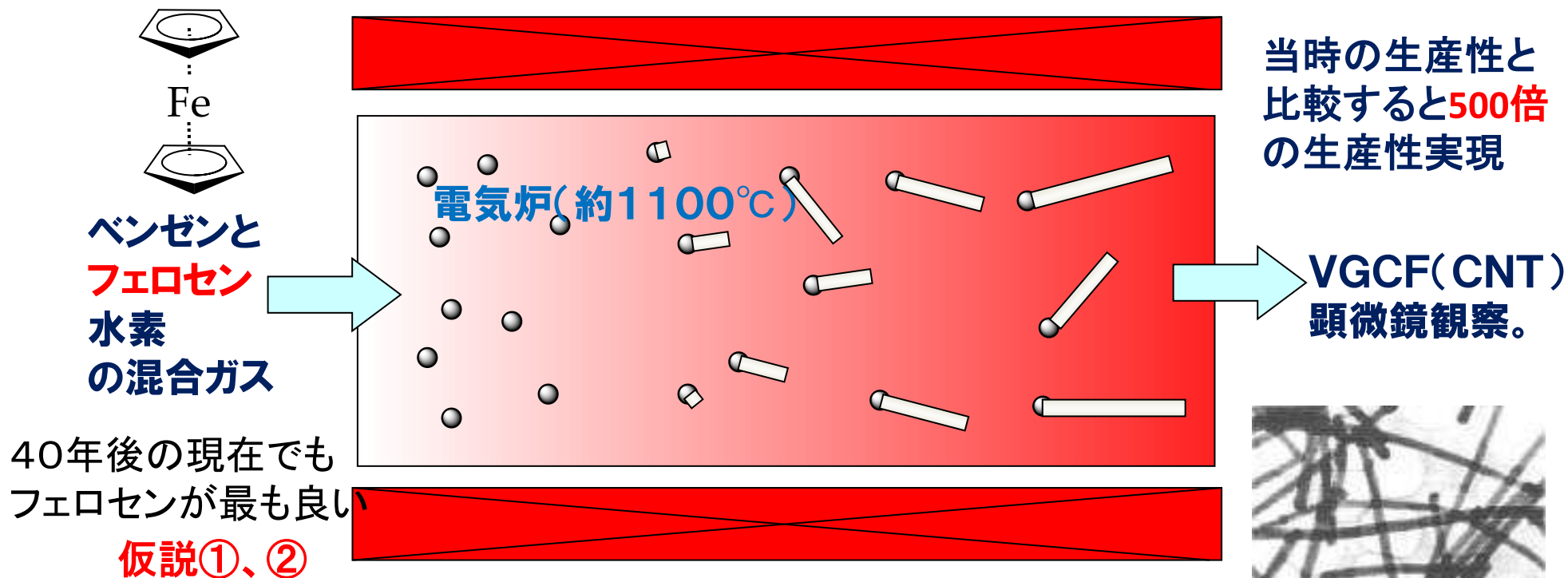


セレンディピテイ

人間は課題を明確にして
必死に追い求めると
関連有る物を引き寄せる。
(発想の具体化が見えた瞬間)

VGCF(気相成長炭素繊維連続合成法開発)

～気相流動法による連続製造法～



当時の生産性と
比較すると**500倍**
の生産性実現

VGCF(CNT)
顕微鏡観察。



日本炭素が特許を出した84年にできていたナノチューブ (CNT) (MURAKAMI ET AL.)

40年後の現在でも
フェロセンが最も良い

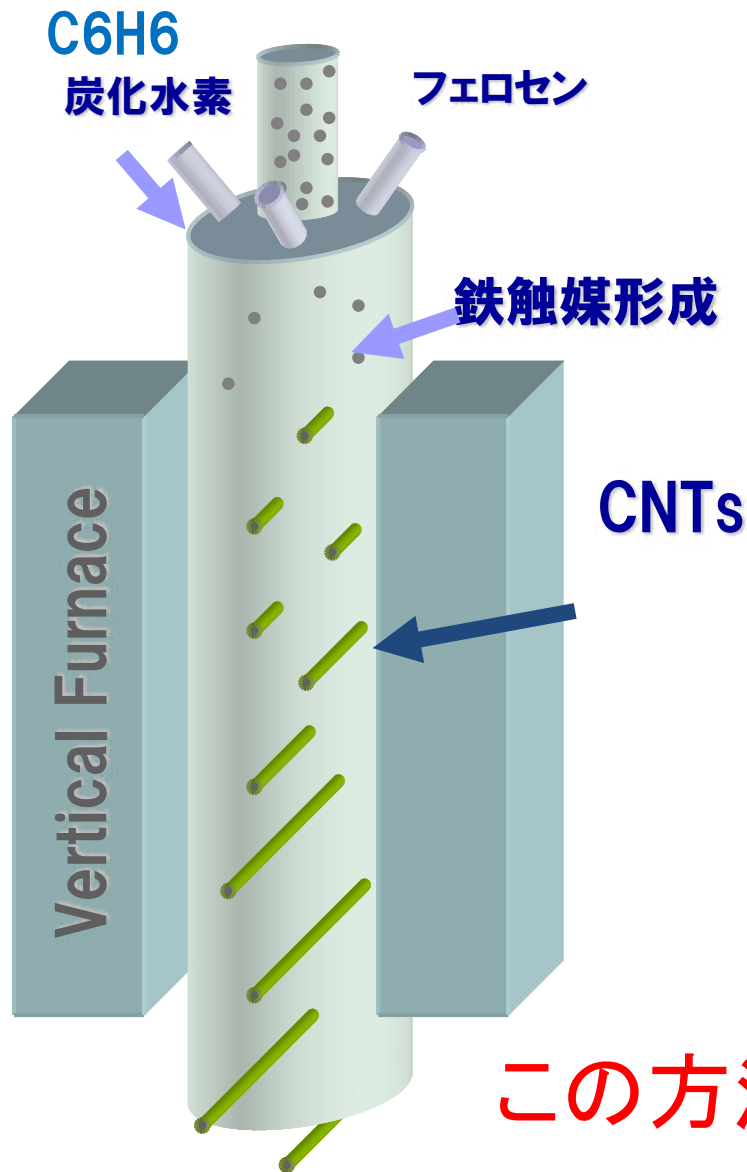
仮説①、②

①フェロセンの分解で鉄原子遊離、
それが凝集して鉄超微粒子形成

②鉄超微粒子を触媒として、
VGCFが生成
VGCFは浮遊しながら
的に系外に出される

この時、VGCFの事業化が夢となる。

特公昭62-49363(出願日:1983年9月6日)













私はこの実験の成功の後、
たった一回で実験を止めて、
あることに集中した。
それは何でしょう。

あまりに簡単な方法であるため
直ぐに真似される。事業として
成功するには、独占する仕組み
が必要である。
それで、特許出願を優先した。

この方法を気相流動法と名付けた。

気相流動法特許

	1982年	1983年	1984年	1985年	登録状況
昭和電工、信州大学 特願昭57-589966 特公昭62-242	 1982年4月10日 出願	 1983年10月22日 公開			1987年 6月23日 登録査定
日機装 特願昭58-162606 特公昭62-49363		 1983年9月6日 出願	 1984年	 1985年3月29日 公開	1989年 8月2日 登録査定
旭化成 特願昭59-108577 特開昭60-252720			 1984年5月30日 出願	 1985年12月13日 公開	未審査 請求取下
昭和電工 特願昭60-211106 特公平6-21377				 1985年9月26日出願 1987年4月10日公開	1997年 6月10日 登録査定
速報論文 信州大学			 1984年12月24日		—

Heyにより、1200℃石英管内で炭化水素の熱分解による繊維状物質発見

Baconにより、ガス圧力92気圧、アルゴン中、アーク放電法によって中空の繊維状物質(グラフイトウイスキー)発見。CNTと違うという意見もある。

VGCF(Vapor grown carbon fiber)気相成長炭素繊維の発見

基板法による触媒担持法(CVD法)の考案、信州大 遠藤守信教授 オバーリン

GM法
etH₂ガスを用いたVGCF(CNT)合成 W

フラーレンC60が発見される リチャード・スモーリー教授等

1948

1952

1958

1960

1972

1976

1983

1984

1985

(1991年の発見前に既に多くの報告例がある。非常に多くここでは網羅出来ない)

Radushkevichにより、直径0.1 μm以下の繊維状物質発見

Hillertにより、二重螺旋状の繊維状物質発見

R. T. K. Baker アセチレンの分解触媒である遷移金属から繊維状炭素が生成

気相流動法による炭素繊維の連続生産成功
(カーボンナノウイスキー) 日機装 荒川
特公昭62-49363(1983年9月6日出願)



日機装:荒川公平

○特公平3-61768(物質特許)
(出願日:1984年4月12日)

「気相法による微細炭素繊維」

直径50nm-2000nm

○特公平5-36521(物質特許)

(出願日:1984年9月14日)

流動法気相成長炭素繊維

直径10nm-500nm

1984

ハイピリオン・カタリシス・インタ・ナショナル・イン
コ・ポレイテツド 発明者:ハワード テネント

(優先日:1984年12月6日)

特表昭62-500943

特表63-503555

「炭素フィブリル」直径3.5nm-75nm

日本電気:飯島澄男

(出願日:1991年10月31日)

特開平5-125619

「円筒状構造をもつ黒鉛繊維」

1991

スーパーグロース法の単層CNT

産業総合研究所:畠賢治 他

(2004年7月27日優先日)

W02006-011655

単層カーボンナノチューブ及びその製造方法

2004

米国との特許競争に勝てた。

日機装 富士フィルム 日本ゼオン

24歳
1978年



1983年、世界初の気相法による炭素繊維の連続法発明
世界初物質特許
日本材料学会技術賞セミナー、雑誌執筆
学会講演、共同研究
依頼殺到。

34歳
1988年



気相法の炭素繊維は現在のCNT (カーボンナノチューブ) 又はCNF

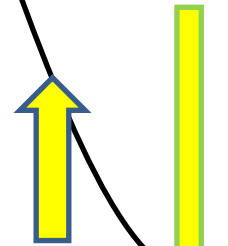
科学技術の文部科学大臣賞
ものづくり日本大賞の経済産業大臣賞
大河内記念技術賞
高分子学会技術賞等
学会賞5回
特許出願: 約280件

1988年(34歳) 富士フィルムに転職する。
足柄研究所

常識は間違っていた

1992年(38歳) 足柄研究所でTN型LCDの視野角拡大フィルムの発明
1996年事業化、完全独占、1000億円を超える事業

1996年
工場で光学フィルムの上市



47歳
2002年



転職

2002年 日本ゼオンに研究所長として転職(47歳)
日経産業新聞に私のカーボンのチューブ業績が掲載される。
8か月後に溶融押し出し法によるLCD用光学フィルム上市
(業界で不可能と言われたプロセス)

モバイル、タブレットPC用
2007年斜め延伸上市(常識は間違っていた)
(世界初の延伸技術で独占事業となった)

2005年AIST湯村先生、畠先生からCNTの共同研究の誘いがある。
翌年、NEDOプロジェクト参画(夢が牽引した)

2004年VA型液晶テレビの視野角拡大フィルム上市
(業界初の逐次二軸延伸)

役員退任、特別経営技監

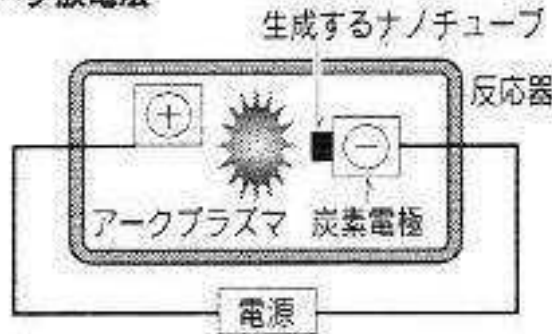
59歳

会長プロジェクト
特別経営技監
①CNT事業化
②イノベーション人材育成に専念

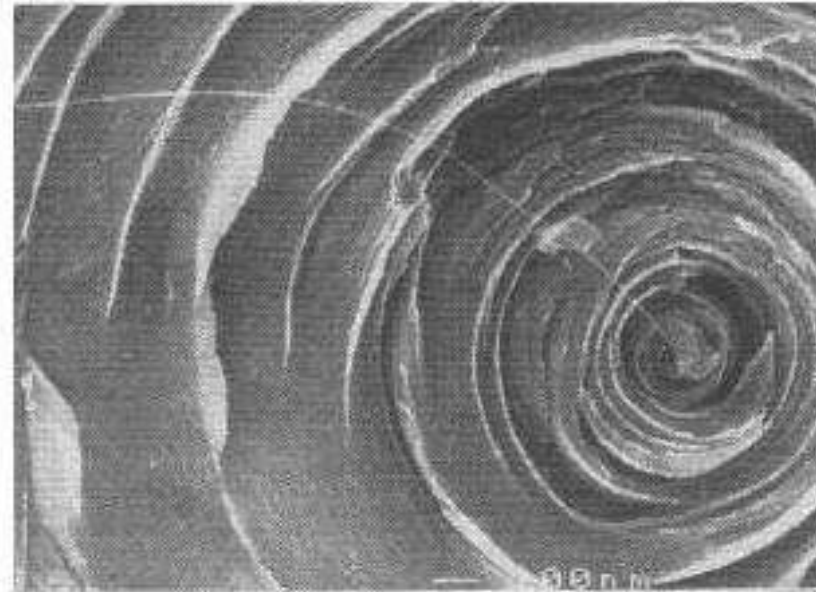
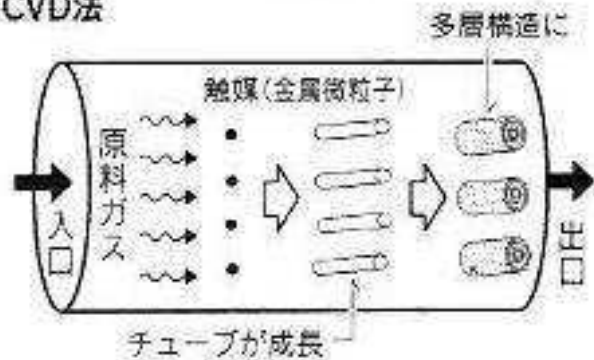
カーボンナノチューブ幻の第一発見者：日経産業新聞 2002.1.28

カーボンナノチューブの
主な量産方法

アーク放電法



CVD法



遠藤信州大教授らが作った極細炭素繊維の芯はカーボンナノチューブだった
(顕微鏡写真、細い線がナノチューブ)



遠藤守信氏



荒川公平氏

気相流動法：1983年の業績

私は、この気相流動法という製法を発明した。現在CNTの汎用的製法の一つとして良く知られている。
この記事で、封印していた夢が、ふつふつと蘇ってきた。

奇跡が起きる（眠っていた夢が蘇る瞬間）

2005年6月22日、産総研の畠博士と湯村博士が私を訪ねてきた。



当時、私は
液晶ディスプレイ
用の光学フィルムの
開発をしていた。
日本ゼオンはCNT
に関する研究は
皆無であった。



目的: SGCNTの量産技術を開発するパートナーを探していた。

スーパーグロース法による単層CNT:SGCNT

産業技術総合研究所 スーパーグロース法
(2004年11月 産総研の畠博士の発明)



垂直配向単層ナノチューブ
構造体
高さ2.5ミリ成長時間10分

高さで500倍(長い)
成長効率で1,000倍

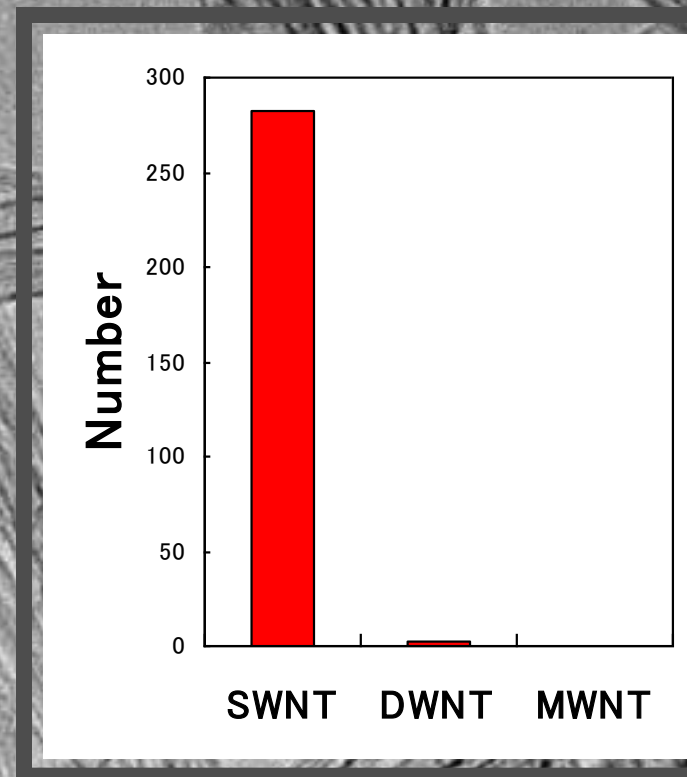
従来合成法の数百倍の
触媒効率

従来の単層CNTは高価で全く、工業生産には
ならない製法であった。

この方法はSGCNTと名付けられる。

K. Hata , Science, 306, 1362 (2004)

SGCNTの電子顕微鏡(TEM)象



No catalysts material!
No support material!
No amorphous carbon!

SWNT = 99.5%

50 nm

単層CNT研究開発から事業化決定までの経緯 ZEON

スーパージョイント法の単層CNT (SGCNT) の量産技術確立、
それにより約1/1000の低コスト化が実現して事業化が決定

SGCNT部材/用途開発

技術研究組合 (TASC) の設立



単層CNT融合新材料開発機構
(TASC)
(2010~2014 METI/NEDO)
単層CNTの分散技術等の
基盤技術の開発

量産実証プラント活用/サンプル提供
(2013~ 日本ゼオン)
用途開発の推進
(B to Bによる事業化促進)

キャパシター開発プロジェクト参画
(2006-2010 NEDO)

量産の要素技術構築

スーパージョイント法による
単層CNTの製法発見
(2004産総研 嶋博士)



基礎研究

要素研究

基板の金属化、触媒塗工化
大面積化、連続化技術
安全性評価
コスト従来の1/1000



量産実証プラントの建設・稼働
(2011~ 産総研/日本ゼオン)
kg単位での単層CNT提供
用途開発を促進



実証研究

量産プラント
建設決定
(日本ゼオン)



事業化

SGCNT材料開発

2014年4月工場建設承認
2015年4月CNT研究所
2015年6月ゼオンナノテクノロジー(株) 45
2015年11月工場竣工



徳山工場

2004年。産業技術総合研究所 冨博
士がスーパーグロース法による
単層CNTを発明 (SGCNT)

2015年11月11日竣工式

2015年4月CNT研究所設立。



竣工式

↑ 飯島先生 ↑ 古河社長 ↑ 私 ↑ 中鉢理事長
(日本ゼオン) (産総研)

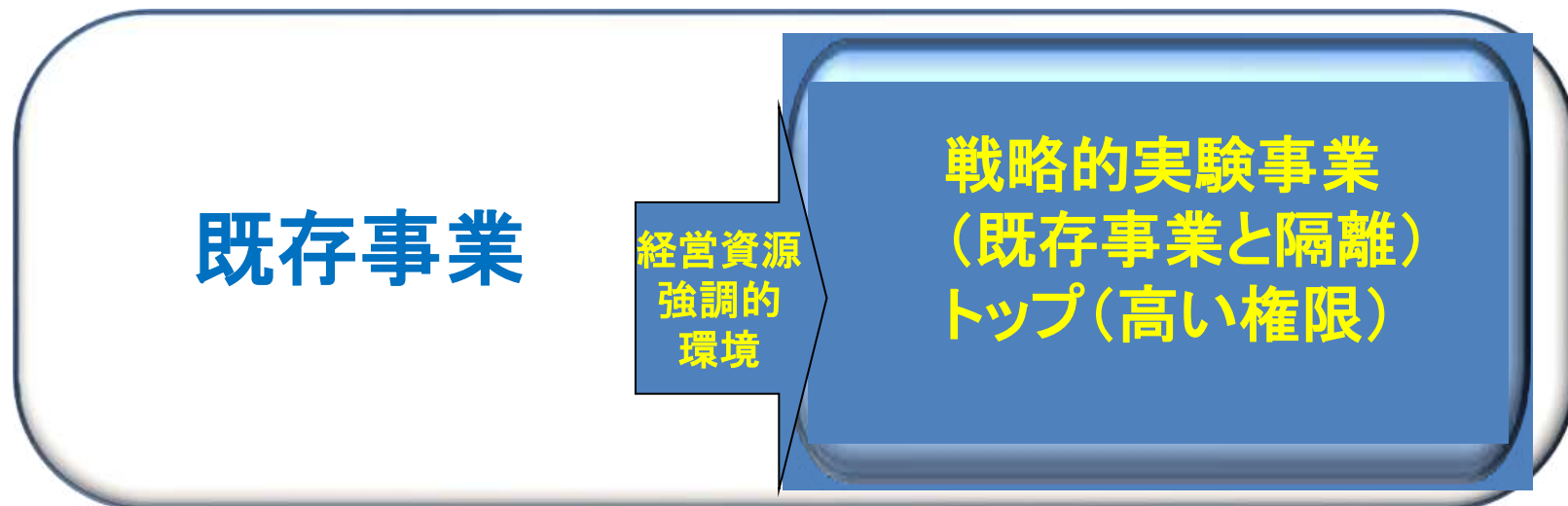
1. 企業を取り巻く環境
(連続して起こるパラダイムシフト)
2. 左脳で解決できないイノベーション
(これこそが経営の課題である)
3. イノベーション事例で検証する
4. イノベーション継続的に起こすには

イノベーションを誘発する仕組みの形成 **ZEON**

創業時多くのイノベーションで成長した会社が、大きくなるとなぜイノベーションが生まれなのか、なぜ資金力も人材も限られたベンチャーに負けるような事態が起こるのか。

「ストラテジック・イノベーション」

ビジャイ・ゴビンダラジャン／クリス・トリンブル



戦略的実験事業を完全に本体と隔離することで、ベンチャー企業の自由度と大企業のリソースの融合を図る。

既存事業

エラストマー
化成品
高機能材料

経営資源
強調的
環境

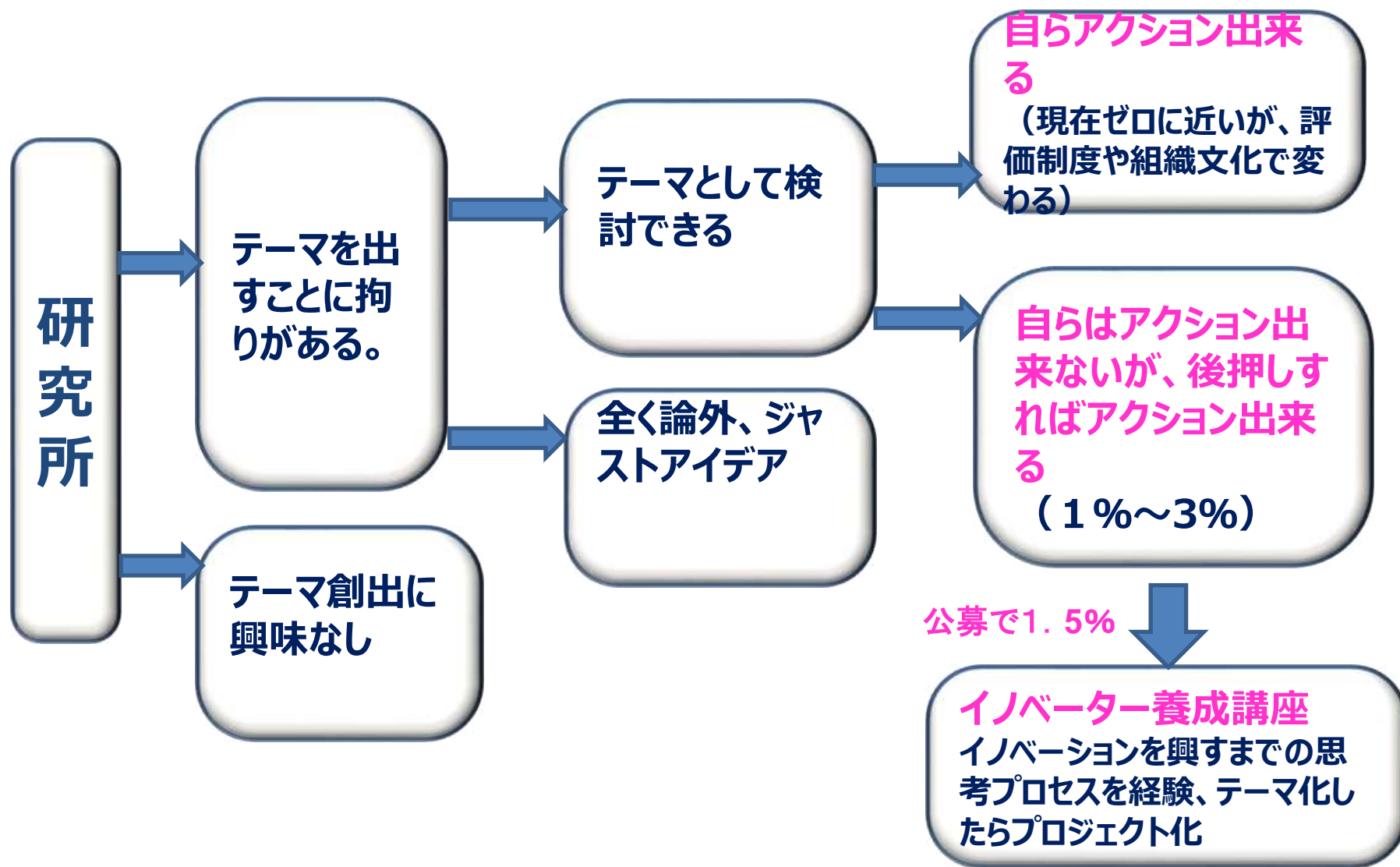
戦略的実験事業

- ・SGCNT応用製品
- ・30第後半のリーダー
- ・約10人の研究集団、
所長、センター長への
報告義務なし。(既存事業と隔離)
成果実績主義を止める。

2013年11月2件スタート

リーダーの選出

(仮説:イノベーター人材は居るが相応しい環境を提供できていない)



既存事業から切り離すことによって、また新規でそれまでの事業と無関係のTIM、IoTに対応する熱電変換素子、ブランド保護ツール、LNES事業が育っている。

ご清聴ありがとうございました