
化学生物総合管理学会
社会技術革新学会
春季討論集会(2011)

予 稿 集

- 開催日 : 2011年 3月 8日 (火)
- 会 場 : 学術総合センター

化学生物総合管理学会／社会技術革新学会

化学生物総合管理学会・社会技術革新学会 春季討論集会(2011)

春季討論集会は、テーマに関連した発表をすることに止まらず、議論を深めることをねらいとしています。

今年は特別講演会と4つのテーマによる討論を企画しています。各テーマにおいてそれぞれ最初に問題提起を行い、その後会場の皆様を交えて活発な討論を行う予定です。

日時：3月8日(火) 10:00～18:00 (受付開始 9:30)

会場：学術総合センター 2階 中会議場
(東京都千代田区一ツ橋2-1-2)

プログラム：

講演Ⅰ (10:00-11:30) 西 美緒氏

リチウムイオン2次電池の事業化に至る秘話から将来を探る

講演Ⅱ (11:30-12:30) 永井 愛作氏

リチウムイオン2次電池の性能を支える材料の実業化の経緯から今後の課題を探る

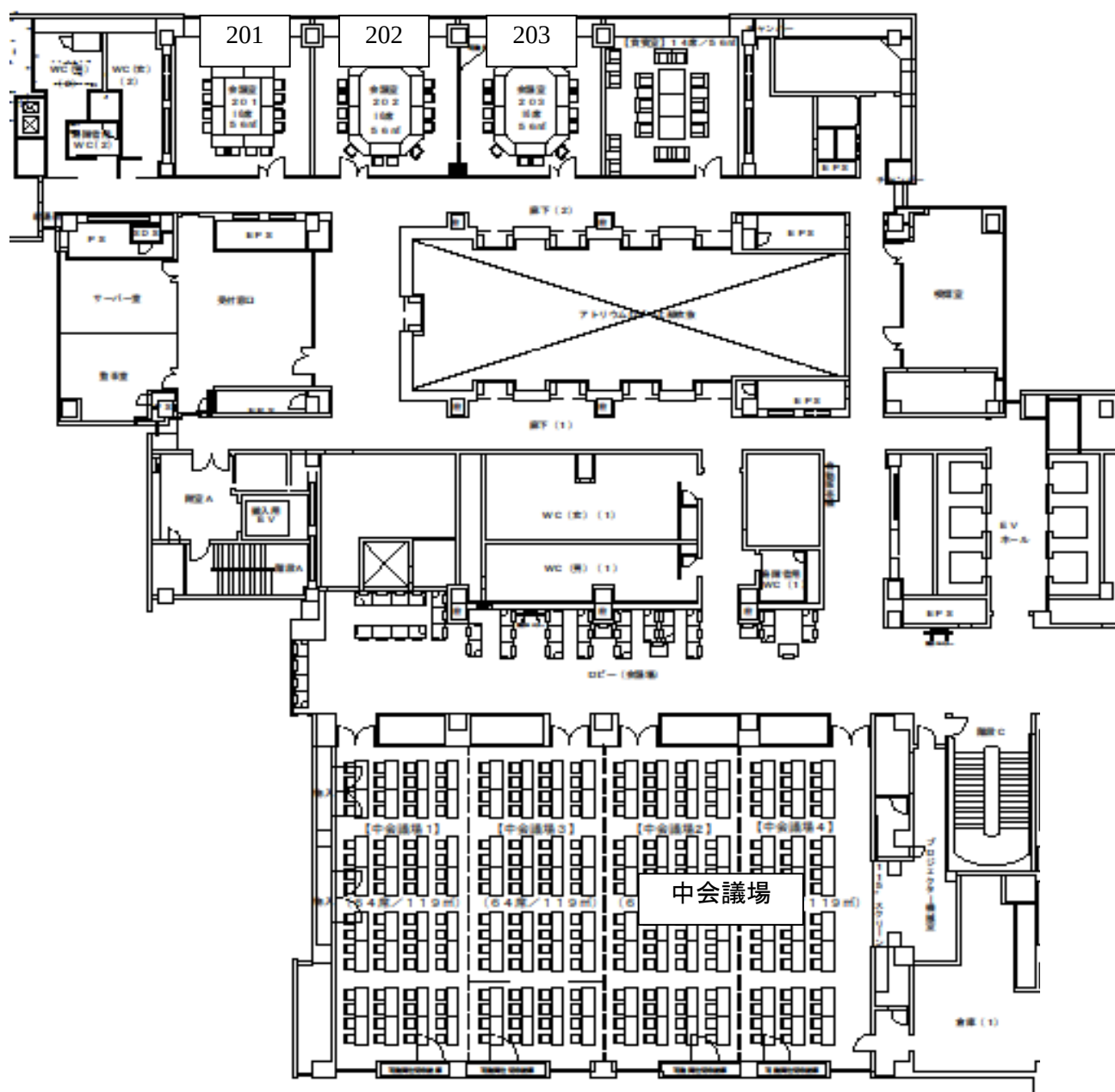
討論集会 (13:15-18:00)

(テーマ)	(テーマ題名)	(全体討論)	(分科会)
A	化学物質のリスク評価に関する信頼性と効率的な推進体制を考える	13:15～13:45	15:30～17:30
B	プロドライバーの過重な働き方を考える	13:45～14:15	15:30～17:30
C	消費生活用製品の事故情報をどう活かすか	14:15～14:45	15:30～17:30
D	ポリシー・イノベーションの概念の検証 ーリチウムイオン2次電池の事例を含めてー	14:45～15:15	15:30～17:30

(終了後、意見交換会を行います)

会場図

テーマ	分科会会場
A: 化学物質のリスク評価に関する信頼性と効率的な推進体制を考える	会議室 201
B: プロドライバーの過重な働き方を考える	中会議場 4
C: 消費生活用製品の事故情報をどう活かすか	会議室 202
D: ポリシー・イノベーションの概念の検証 ーリチウムイオン2次電池の事例を含めてー	会議室 203



参加者の皆様へお願い

1. 館内ではネームタグの着用をお願いいたします。(建物管理者からの要請によるものです)

お帰りの際にはネームタグの返却をお願いいたします。

外出等により再入館されるときは、ネームタグの提示を求められる場合があります。

2. 喫煙室は2階エレベーターホール奥にあります。

(1階エントランスホールにもあります)

3. 3階には食堂があります。外来者も利用できます。

4. 分科会において机等の配置を変更した場合は、終了後参加者で元に戻していただくようご協力をお願いいたします。

5. 分科会終了後、意見交換会を行います。会場は3階の喫茶室です。

あらかじめ申し込んでない方も、当日申し込みが可能です。受付のスタッフにご連絡下さい。

■ 資料目次 ■

講演Ⅰ

リチウムイオン2次電池の事業化に至る秘話から将来を探る	
西 美緒	----- 1

講演Ⅱ

リチウムイオン2次電池の性能を支える材料の実業化の経緯から今後の課題を探る	
永井 愛作	-----13

< 討論集会 >

テーマA

化学物質のリスク評価に関する信頼性と効率的な推進体制を考える	
	-----25

テーマB

プロドライバーの過重な働き方を考える	-----37
--------------------	---------

テーマC

消費生活用製品の事故情報をどう生かすか	-----49
---------------------	---------

テーマD

ポリシー・イノベーションの概念の検証	
ーリチウムイオン2次電池の事例を含めてー	-----71

講演 I

リチウムイオン2次電池の事業化に至る 秘話から将来を探る

西 美緒

リチウムイオン二次電池の事業化に至る挿話

1. はじめに

リチウムイオン二次電池（以下、LIB）の誕生については、基本的な間違いが世の中にまかり通っているように思われる。最も大きな誤解は、LIB の発明が Dr. Goodenough によってなされたとするものだ。博士は LIB の正極に使用されている LiMO_2 ($\text{M} = \text{Co}, \text{Ni}$) を最初に見出しており、LIB を語る上で真っ先に取り上げなければならない研究者であることは間違いない。しかし、彼の発明（特許）では負極に金属リチウムを使用しており、SONY が開発し、後に LIB と名付けた電池システムとは根本的に異なっている。

博士は、日本の LIB 産業に貢献したということで、2001 年に日本国際賞を受賞したことからも分かるように、その功績は高く評価されているし、筆者もそれについての異論はない。

その際のインタビュー記事が日経産業新聞（2001.4.25）に載っている（下図）が、下段で博士自身がソニーの果たした役割を強調しているにもかかわらず、この記事の冒頭部には「この電池を最初に開発した……グッドイナフ教授」というように博士のことを紹介している。しかも、記事をよく読むと、これを書いた記者は、「リチウム電池 = リチウムイオン二次電池」と思い込んでいるらしい。初歩的ミスと言わざるを得ない。

リチウム電池開発の展望

米テキサス大学教授 J・B・グッドイナフ氏に聞く

リチウム電池は、携帯電話やノート型パソコンの電源として欠かせなくなった。この電池を最初に開発した米テキサス大学のジョン・グッドイナフ教授（78）が、二〇〇一年の日本国際賞を受賞した。来日中のグッドイナフ教授に、リチウム電池開発の経緯や展望などを聞いた。

――理想はどこから。

「石油ショック以降、電気自動車などに用いる充放電可能な二次電池の研究が盛んになった。ニッケル・カドミウム電池はすでにあったが、カドミウムが環境を汚染する重金属であるうえ、起電力が弱いという問題があった。米エクソン社がリチウムイオンを使った二次電池のアイデアを発表して注目されたが、まだ起電力は低く、爆発の危険もあった」

「七七年ごろ、電池の正極にリチウムコバルト酸化物を使うことを思いつき、当時私の研究室に来ていた水島公一氏（現・東芝リサーチ・コンサルティング・シニアフェロー）に聞いてもらった。するとそ

れまでの二倍、四倍の起電力を出す電池ができた」

――どのように実用化したのか。

「英国の電池会社にアイデアを売り込んだが、相手にしてくれなかった。ソニーは理解を示し、負極に炭素とリチウムの化合物を使ってリチウム電池の欠点だった安全性の問題を克服、事業化した。今では、全世界で産出されるコバルトの二割が、リチウム電池のために使われている」

――これからの展開は。

「コバルトを使った二次電池は高価なので、大容量が必要な電気自動車などには使えない。安価なリチウム鉄リン酸化物を使った電池を開発した。その実用化研究が、日本やカナダの企業で進んでおり、一年以内に市場に出る段階まで来ている」

――活躍は続きますね。

「一緒に研究する若い研究者たちがいて、仕事は面白い。研究資金を得られる限り、どうして引退する必要があるだろうか。人生は、良い目標に挑むためにある」

（聞き手は古田彩）

1952年、米MITリンカーン研究所研究員。英オックスフォード大教授を経て、86年より現職。

新材料で安価なタイプ、1年以内に登場

日経産業 01.4.25

Wikipedia でも Goodenough 博士が LIB の発明者だとされているらしい。昨年秋、イギリスに行ったとき、The Chemical Engineer という雑誌の記者から LIB 誕生の経緯についてインタビューを受けたが、彼もそう信じていた。

彼には 1991 年にソニーが世界で最初に LIB の商品化に成功した話などを紹介した結果、同誌¹⁾の最近号（1st Feb. 2011）にその記事が掲載されたが、それを読むと、LIB 開発におけるソニーの果たした役割をやっと理解してもらえたようだ。

2. LIB 登場前夜

トランジスタ・ラジオをソニーが初めて世に出したのは 1955 年のことだった。真空管に変わってトランジスタを使うことによって電子機器が小型化し、気軽に屋外に持ち出して使われるようになった。

ラジオに続いて、種々のポータブル電子機器、たとえば、ラジオとオープン・リール式のテープ・レコーダからなるラジカセ（1963 年、日立）、カセット・テープ・レコーダとラジオを組み合わせたラジカセ（1968 年、AIWA）、カセット・プレーヤ（1979 年、ソニーのウォークマン）、8 mm ビデオ・カメラ（1985 年、ソニー）、MD プレーヤ（1992 年、ソニー）などが陸続と登場した。

このような新しい電子機器が登場すると、その駆動電源となる電池もそれに対応して変化せざるを得なかった。また、機器の小型化が進むとともに、電池の小型化、すなわちエネルギー密度の向上などへの要求が日増しに強くなっていった。さらに、屋外で使用する機会が多くなって機器の使用頻度が増すと、使い捨ての一次電池から繰り返し使用可能な二次電池へとシフトしていった。

1980 年代末頃までは、ニッカド二次電池（NiCd）がポータブル機器用二次電池の主役であった。機器側からの高容量化の要求に対しても、NiCd は不断の容量向上で応えて行った。しかし、80 年代後半になると、NiCd のエネルギー密度は技術的限界に達しつつあった。二次電池では技術的経験則として、到達可能な容量は理論容量の 1/5 程度というのがあり、80 年代末には NiCd はまさにその領域に踏み込んでいた。したがって、機器側の要求に応えるためには、よりエネルギー密度の高い新型電池の開発が必須という状況になっていた。

さらに、NiCd 特有のいわゆる“メモリー効果”の問題や、Cd の環境問題がこの電池への逆風となっていた。

このような状況を打破するため、1990 年代初頭に新型高容量二次電池として登場したのが、ニッケル水素二次電池（NiMH）であり LIB だった。その LIB を世界で初めて商品化したのが、ソニーということになる。

3. リチウムイオン 2 次電池の開発

3. 1 金属リチウムを負極とする 2 次電池

電池負極として Li を見ると、標準単極電位は -3.04 V と大きな卑の値なので、端子電圧の高い電池を得ることができる。それ故、金属 Li を非水電解液中で負極として用いる Li 系一次電池、たとえば、 Li/MnO_2 電池や $\text{Li/}(\text{CF})_n$ 電池などが 3 V 級電池として広く用いられてきた。これらの電池は、高電圧、高エネルギー密度、低自己放電率といった優れた特長があった。

このような Li 電池を二次電池化しようという試みは早くから行われてきたが、金属 Li 負極には二次電池化の実現を阻む高いハードルが存在した。もっとも大きな問題は、充電の際に負極に析出する Li デンドライトだった。金属 Li を放電すると、Li は電解液中にイオン（ Li^+ ）となって溶出する。充電では溶液中の Li^+ イオンは還元されて負極に金属となって析出する。その際、元の Li 電極の形状には戻らず、活性な場所に優先的に析出するため、針状の Li（樹枝状結晶ないしはデンドライト結晶と呼ぶ）が形成される。これが内部ショートの原因となって安全性の問題を引き起こしたり、集電体から脱落して容量劣化（悪いサイクル特性）の原因となる。

ソニーは前節で述べたような種々のポータブル電子機器を開発してきており、電池の重要性を認識し、電池部門を早くから持っていた。しかし、その主力製品は、いわゆる乾電池、酸化銀電池、コイン型 Li 電池などの一次電池のみで、二次電池は製造してい

なかった。そのため、1980 年代に入ると会社トップから二次電池開発の要求が強くなっていった。

ソニーの創業者の一人である井深大は「モルモット精神」という言葉をよく唱えた。「新しいことにチャレンジし、業界のモルモットたれ」という意味だった。その精神を踏まえ、二次電池に取り組む際にも、世の中にない新しいものを作れと言う指針が出された。従って、すでに世の中に存在する鉛蓄電池や NiCd は眼中になかったし、当時商品化が近いと目されていた NiMH を手がけようとも思わなかった。我々が注目したのは、どうせやるのなら難しいもの、Li 系二次電池であった。

Li 負極に付き物の上記のハードルを避けるために、Li を吸蔵できる物質、たとえば Al、ウッド合金、炭素質材料（カーボン）などの検討を行なった。その中で最も有望だと考えられたのが、カーボンだった。

3. 2 Li/C 化合物負極

Li と C の化合物が金属 Li の代わりに Li 電池負極として使用できることは、以前から知られていた。たとえば、1978 年に出願されたドイツ特許²⁾には、「Li/Al 合金を負極とする充電可能な電池において、Al の代わりに C を使用できる」と書かれている。

また、導電性高分子の嚆矢であるポリアセチレンの発明者として知られるアメリカの MacDiarmid 等の 1980 年出願の特許³⁾には、「共役二重結合を有するポリマーにカチオンまたはアニオンをドーブしたものを電池の電極として用いる」ことが記載されている。この特許を管理している University Patents, Inc. は、「黒鉛も共役二重結合を有するポリマーであり、Li/黒鉛合金を使用する電池は当該特許に抵触する」と主張している⁴⁾。さらに、R. Yazami 等⁵⁾は 1982 年に、「Li の黒鉛層間化合物（後述）を二次電池の負極として使用できる」ことを示している。

黒鉛を例にとると、電解液として非プロトン性有機溶媒に Li 塩を溶解したものを用い、その中で黒鉛を電気化学的に還元する（充電に相当する）と、黒鉛層間に Li が挿入（ドーブ）され、Li-黒鉛層間化合物（Lithium-Graphite Intercalation Compound、以下 Li-GIC）が形成される。また、Li-GIC を電気化学的に酸化する（放電に相当）ことによって Li が黒鉛層間から放出される。すなわち、Li-GIC は二次電池負極として可逆的な充放電が可能である。従って、負極に Li/C 化合物を使用すれば Li 系二次電池が実現できる。

しかし、Li/C 化合物を工業的に合成・量産するのは困難を伴った。では、Li/C 化合物の代わりに C を単体で使用し、Li 源を電解液に求めるシステムは可能だろうか。この場合、必要な Li 量をすべて電解液に持たせなければならない。電池の容量を大きくするためには電解液中の Li 塩量を多くする必要がある、それ故、多量の溶媒を使用しなければならず、電池サイズが大きくなることや充放電に伴って電解液中の Li⁺ 濃度が変動することなどの問題が生じる。

一方、Li を含む化合物であって、その化合物中の Li が電気化学的に脱離／挿入が可能であれば、これを正極として用いることができる。この場合、上述したように C を単独で負極に使用することにより、正・負極における充放電反応のすべてを Li の吸蔵・放出反応で記述できる二次電池が可能になると考えられる。すなわち、正極の Li を充電の際に正極から脱離させて負極 C にドーブすることによって Li/C 化合物を形成し、Li 負極とする。一方、充電時には、Li/C 化合物からの Li の脱離／正極へのドーブが起こることになる。

3. 3 Li を含む正極

C を単独で負極に使用するとして、Li を含む化合物でその Li が電気化学的に脱離／挿入できるという化合物はあるだろうか。ソニーの電池部門では 1980 年に AgNiO₂

に関する特許⁶⁾を出願していた。この化合物は酸化銀電池の正極として開発されたもので、 NiO_2 からなる層の間に Ag が挿入された形をしており、 Ag はその層間で脱離・挿入を自由に出来るという性質を持っていた。

AgNiO_2 のアナロジーで、 Ag の代わりに Li を層間に配置した化合物 LiNiO_2 は、 Li の脱離／再挿入が可能な化合物になるのではないか。もし、それが可能であれば、 Co は Ni に類似の性質を有しているから、 LiCoO_2 も正極としての可能性があるのではないか。

ところが特許を検索した結果、我々と同じようなコンセプトに基づく特許⁷⁾が見つかった。すなわち、金属 Li を負極とする二次電池の正極に LiMO_2 ($\text{M}=\text{Ni}$ または Co) を使用するというものだった。出願はソニーの AgNiO_2 (1980 年 6 月 4 日出願) に先行することわずか 2 ヶ月前だった (同年 4 月 3 日出願)。

当該特許の実施例を見ると、 $\text{Li}_{1-x}\text{MO}_2$ ($\text{M}=\text{Ni}, \text{Co}$) を正極に、金属 Li を負極に用いるものであり、後にソニーが命名したリチウムイオン二次電池 (LIB) とは異なるものだった。これに関する発明者による論文⁸⁾は 1980 年に発表されている。

我々は AgNiO_2 を手がけていたお蔭で、結果的にはいち早くこの特許の有効性に気づいたわけで、世間がこの特許に注目しないうちに、比較的有利な条件で実施権を得ることができた。

次の問題はどのようにして高性能の正極活物質を合成するかということだった。 LiCoO_2 の合成には、原材料として最終的には炭酸リチウム、酸化コバルトを使用した。試作の初期には酸化コバルトではなく、牛の飼料用コバルト (炭酸コバルト) を使っていた。牛の肉質を良くするために飼料に炭酸コバルトを添加するものだそうで、セメント袋のような風袋に入れて納入されて来る炭酸コバルトには牛の絵が描かれていたことを思い出す。

焼成により得られる LiCoO_2 は粒径が非常に小さかった。小粒径の活物質を使うと、反応面積が大きくなるため、ショートなどの際に急激な反応が起こり、安全性上問題となる。 LiCoO_2 の合成温度は 960°C 程度であるが、この温度では、酸化コバルトは固体、炭酸リチウムは液体 (熔融状態) として存在するため、反応は固相と液相の異相反応となり、酸化コバルト粒子が小さくないと Li が粒子内部に拡散しにくい。ため、微粒子状酸化コバルトを使わず、大粒径の活物質を作るのが困難だった。

そこで、原材料粉を混合したものにポリビニルアルコール (PVA) 水溶液を加えて混練することによって、直径数ミリ程度の粒にするという造粒工程を加えた。造粒したものを焼成することによって、数ミクロンから数十ミクロンの粒度のものができるようになった。

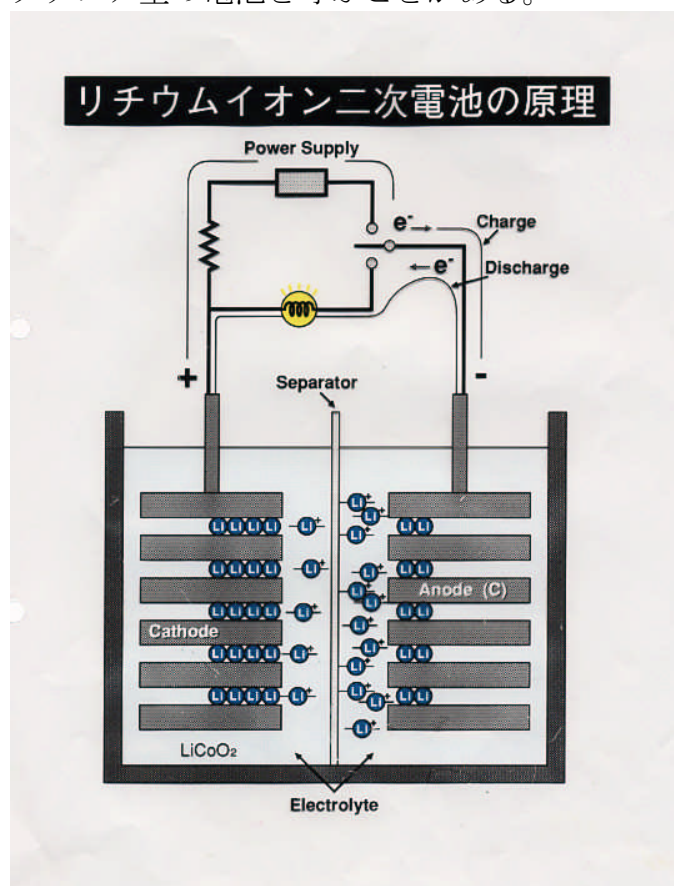
3. 4 LIB の充放電反応

このような正・負極材料を使用し二次電池の充放電メカニズムを模式的に書くと、下図のようになる。正極 (ここでは一例としてコバルト酸リチウム、 LiCoO_2) と負極 (同じく黒鉛) の両方が図に示したように層状構造になっている。

従来の二次電池では充放電に伴って化学反応が起こっている。たとえば、 NiCd では充電により Ni(OH)_2 正極が酸化されて NiOOH に変化し、一方の負極では Cd(OH)_2 が還元されて Cd になる。放電では逆に NiOOH は還元されて Ni(OH)_2 に、 Cd は酸化されて Cd(OH)_2 に戻る。

ところが、LIB ではこのような化学反応は起こらない。充電の際には、正極の層間にあった Li イオン (Li^+) が負極層間に移動し、放電では負極層間中の Li^+ が正極層間に戻るだけで、充放電に伴う酸化還元反応はなく、 Li^+ が両極間で入れ替わるだけである (広義には、このような反応も酸化還元反応と呼ばれるが・・・)。それゆえ、LIB の

ような電池をロッキングチェア型の電池と呼ぶことがある。



このように正負極での化学的変化が少ないため、従来の電池にない優れた特性の電池が可能になった。LIB は次のような特長を有する。

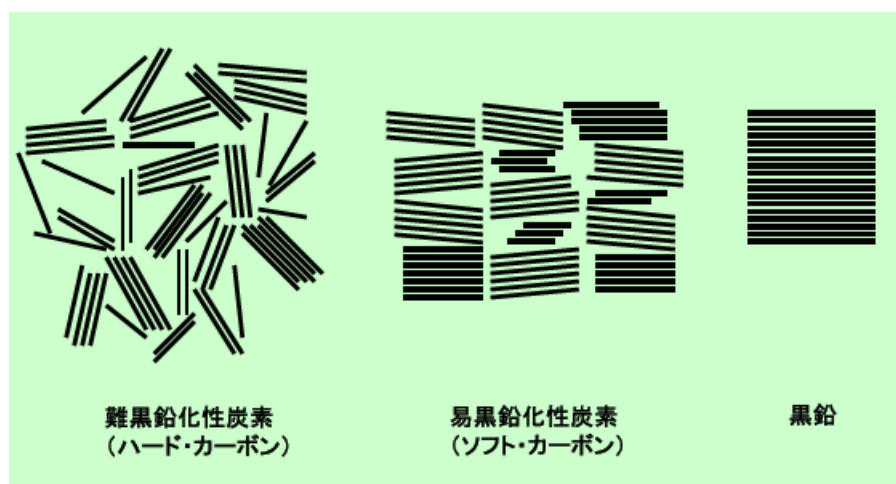
- ・ 高いエネルギー密度（重量および体積当たり）
- ・ 高い出力密度（同上）
- ・ 低い自己放電率
- ・ メモリー効果がない
- ・ サイクル特性が良い
- ・ 充放電効率が高い
- ・ 動作温度範囲が広い

Li-GIC 中の Li を $^7\text{Li-NMR}$ で分析した結果、層間では Li は金属ではなくイオンの状態で存在していることが示された。LiCoO₂ 中でも Li はイオンとして存在しているので、通常の使用状態では Li は正負極において常にイオン状態であることが確認された。そこで、ソニーはこの電池システムに“リチウムイオン二次電池”という名称を与えた。また、この名称を一般化するためにソニーはあえて登録商標とすることを控えたので、リチウムイオン二次電池 (Lithium Ion Secondary Battery) の名は広く世界中で使用されるようになった。

3. 5 カーボン負極

炭素は、その結晶構造により黒鉛（グラファイト）、ソフト・カーボン（SC）、ハード・カーボン（HC）などに分類される。黒鉛は整然とした層構造をしているのに対し、HC はランダムな結晶子配向をした無定形炭素である。HC の結晶子の層は数枚程度という少ないものであるが、黒鉛の層数は人造黒鉛で数十枚、天然黒鉛は数百枚と多い。SC は少し乱れた崩れた黒鉛構造を有し、易黒鉛化性炭素と呼ばれることから分かるように、3000℃ くらいの温度で熱処理すると、容易に黒鉛構造に移行する。一方、HC は熱処

理を行っても黒鉛構造には至らず、それ故、難黒鉛化性炭素と呼ばれる（下図参照）。



Li 系一次電池に使用されている電解液はプロピレンカーボネート (PC) を主成分とすることが多いが、黒鉛構造が発達した C を負極にした場合、PC を電解液溶媒とすると充電時に PC が分解するため、二次電池の黒鉛負極では PC を使うことはできない。一方、エチレンカーボネート (EC) は黒鉛負極でも使用可能だが、常温で固体のため、EC をベースとする電解液は粘性が大きくなり、Li イオン伝導率が低くなって、負荷特性や低温特性の点で受け入れがたいものであった。

ソニーは Li 系一次電池で十分な経験があったので、PC を LIB に用いることとし、PC 系電解液中で LIB の負極として動作する適切な C を得るべく種々の前駆体の炭化、焼成を行なった。実験に供された前駆体は数百種に及び、“前駆体の炭化 → 焼成（熱処理） → 性能評価 → 放棄”を繰り返す日々が続いた。その結果最初の製品に採用したのが、1100～1200℃で焼成した SC（ピッチ・コークス）であった。SC は焼成温度が低すぎると炭化が不十分で初期充放電効率が著しく低下し、高温で焼成すると黒鉛構造が発達を始め、PC との適合性が損なわれた。最適焼成温度は $\pm 5^\circ\text{C}$ の精度で制御する必要があり、得られた C の層間距離 (d_{002}) を測定することによって焼成結果を判定し、負極として使用可能かどうかを判断した。

1990 年 2 月 14 日、ソニーは LIB の開発に成功した旨の技術発表を行い、翌 1991 年には携帯電話用電源として世界最初の実用化を果たした。第一世代の LIB（電池サイズ： $\phi 20 \times 50 \text{ mm}$ ）の性能は、充電電圧 4.1 V、平均動作電圧 3.6 V、体積エネルギー密度 $200 \text{ Wh} \cdot \text{dm}^{-3}$ 、重量エネルギー密度 $80 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$ で、エネルギー密度は現在到達しているレベルの約 3 分の 1 程度であった。

3. 6 HC 負極

第一世代の LIB では、SC 負極の容量（ドープ可能量）が $250 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ 程度と低く、上記性能以上に容量向上を図るのは困難であった。そこで、われわれは新たな負極として、HC の開発に着手した。HC は PC を分解せず、コークスより高い 4.2 V での充電が可能のため、容量 (Wh) の向上に好都合であった。HC もまた焼成温度が重要で、最も好ましい性能の HC は 1100～1200℃での焼成により得られた。

黒鉛の層間距離 (d_{002}) は 0.335 nm であるが、充電により層間に Li^+ が挿入されると 0.372 nm に拡大し、放電で Li^+ が脱離すると元に戻る。すなわち、充放電に伴って約 10%の負極の膨張収縮があり、これが電池特性に種々の悪影響を与える。SC の層間距離も焼成温度により異なるが、 $0.34 \sim 0.35 \text{ nm}$ と小さく、 Li^+ 挿入によりやはり層間が広がる。

一方 HC は、もともと 0.372 nm より大きい層間距離を有するため、 Li^+ 挿入による負極膨張を伴わない。この特徴が、HC-LIB の優れた特性（サイクル特性、負荷特性、急速充電受け入れ性など）をもたらしている。

HC の原料には、石油のナフサ分解工程から出るエチレン・ボトムと呼ばれる留分を使用する。この原料に酸素を吹き込んで架橋（不融化）した後、約 500°C で炭化する。これを $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ で熱処理した後、粉砕して所望の粒度に揃える。これがパイロット設備での HC 製造プロセスだった。それを踏まえて量産機を設計したのだが、そこで大きな問題が生じた。HC はハードと言われるだけあって非常に硬く、これを粉砕するのは非常な手間がかかった。この問題を回避するために、粉砕工程を炭化後に持ってきた。すなわち、まだ柔らかい状態のうちに細粒化し、その後、本焼成するというプロセスに替えた。ところが、このような量産プロセスで製造した HC はバインダの接着性がよくなかった。パイロット機での HC には見られなかった現象であった。両者の違いを子細に検討した結果、次のような事実が判明した。パイロット設備のように、本焼成後に粉砕すると、焼成雰囲気暴露されなかった内部が新たなへき開面を出現させ、そこにはいわゆる **dangling bond**（未結合手、以下 DB）が多く存在する。バインダはこの DB と反応して接着力を発現する。

HC の原料には、 500°C での炭化後も水素などがかなり残っており、この水素は、本焼成過程でメタンなどとなって C から脱離していくが、脱離後にバルクの C と接触して水素と C に分解し、その C が化学的気相成長法（CVD）のように C 表面に再結合するため DB が失われる。そのため、焼成後の C はバインダと反応するための“手”を失い、接着力が弱くなる。

原因は判明したが、量産機を作り直すことは最早できなかった。炭素の結合力が弱いのなら、バインダの結合力を強くすればいいのではないか。こう考えて、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）・バインダの供給元、呉羽化学工業（現クレハ）が結合力向上のために無水マレイン酸をグラフト重合させた PVDF を開発し、HC のバインダーとして十分な結合力のものが得られた。

最終的には、CVD による C が生成しないプロセスを呉羽化学工業が考案し、バインダを受け付けやすい HC を焼成することができた。その方法は、焼成炉に塩素ガスを導入するというもので、炭化直後の原料に存在する水素に塩素を反応させ、塩化水素として除去することによってメタンガスの生成を抑えるというものだった。

このようなハードルを越えて、HC を負極とする LIB をビデオ・カメラ用に実用化したのは 1992 年であった⁹⁾。

その時の HC-LIB の特性（電池サイズ： $\phi 18\times 65\text{mm}$ ）は、充電電圧 4.2 V 、体積エネルギー密度 $295\text{ Wh}\cdot\text{dm}^{-3}$ 、重量エネルギー密度 $120\text{ Wh}\cdot\text{kg}^{-1}$ となり、SC の約 1.5 倍となった。この時の電池サイズは 18650 と呼称され、パソコン用などとしてデファクト・スタンダードとなっている。

やがて LIB の主要な用途はオーディオ・ビジュアル（AV）機器からパソコンや携帯電話に変化し、HC-LIB では不都合が生じるようになった。黒鉛-LIB の放電カーブはほぼ平坦であるのに対し、HC-LIB のそれは放電の進行とともに緩やかな傾斜をもって電圧が下がるという特徴がある。カット・オフ電圧が 2.5 V 程度であれば、HC-LIB も黒鉛-LIB と同等の放電容量を確保できるが、PC や携帯電話ではカット・オフ電圧が 3.0 V 以上と高く設定されているため、HC-LIB には不利であった。

そこで、ソニーも黒鉛-LIB の開発を行なった。黒鉛に適合できる電解液の開発、サイクル特性の改善などを図ることによって、黒鉛の利用を可能にした。黒鉛負極は SC や HC に比べて初期充放電効率が高く、単位体積当たりの Li 吸蔵量が多いこととあい

まって、HC-LIB よりさらなる高容量化を図ることができた。

その後われわれは、高分子ゲル電解質を用いたいわゆるポリマー電池、Sn を負極とする LIB、リン酸鉄リチウム正極 LIB などの開発・実用化を行ない、新技術の研究開発にも注力してきた。

LIB の用途は、AV 機器、パソコン、携帯電話、電動工具などのいわゆる民生用途から、電動車輛（EV、PHEV、HEV）用やスマート・グリッド用の定置型電池など、大型 LIB へと拡大することが期待されており、そのトレンドに沿った開発も進められている。

4 LIB 開発と R&D マネジメント

前節からは、LIB はスムーズに世に産まれてきたように思われるかもしれないが、決してそうではなかった。もちろん、技術的な困難を多く乗り越えなければならなかったが、それにも増してわれわれを悩ませたのは研究開発陣に対して外部からもたらされる種々の圧力だった。

R&D から製品化への段階に移行する際によく言われることに「死の谷」の問題がある。死の谷（Death Valley）とは、カリフォルニア州東部、ネヴァダ州との州境に位置する盆地状の砂漠で、金鉱探しの一隊が迷い込み（1849 年）、死に直面しながら辛うじて脱出できたという故事からこの名が付けられた。

“開発研究 → 実用化研究 → 製品化” とステップが進行する際、最後の製品化のところで製造設備への投資など必要な資金が莫大なものとなり、その課題を克服しない限りせつかくの研究成果も実現不可能ということから、ビジネスにおいてこの製品化過程を「死の谷」と呼ぶようになった。

しかし筆者は、資金的な問題などとは比較にならないくらい深く険しい谷が存在し、それが事業化の妨げになっていると思っている。そして、それを筆者は「止（し）の谷」と呼んでいる¹⁰⁾。

R&D で新しいテーマを始めようとする、「そんなこと止めておけ」「そんなことやっても無駄だ」「そんなことに金をかけて何になる」「いつ出来るのだ」「いくら儲かるんだ」、などとすぐに止めに入るマネジメントが必ず存在する。

島秀雄と言えば新幹線の生みの親として知らぬ人のいないほどの優れたエンジニアだったけれど、彼が新幹線を作ろうと思い立ったとき、当時の国鉄内部には反対論が渦巻いたという。「これからは、高速道路による自動車輸送の時代だ」というのが代表的な反対論だったそう。

私自身の例を挙げると、LIB の開発を始めたとき、事業部から、「既存の電池ビジネスが順調に展開しているのに、海の物とも山の物ともつかない電池の研究開発などやるべきではない。止めろ」と言われた。角型の LIB の開発においても、開発サイドでは量産可能なレベルにまで完成度が上げたが、「角型電池は売れた先例がないから、止めとけ」の一声で商品化が見送られた。ソニーが携帯電話用の角型電池で大きく遅れたのはそのせいだ。また、現在ではソニーが大きな成功をおさめているいわゆるポリマー電池も「やる必要ない」と反対されたが、葬り去るに忍びず、隠れて開発を続けたのが功を奏した。

しかも、他社が新商品（たとえば、上の例で角型 LIB）を発表すると、「止めろ」と叫んでいた張本人たちが、そんなことはおくびにも出さず、「開発は何をやっていたんだ」「開発は役に立つことをやってくれない」と非難の声をあげるのだから、始末が悪い。

彼等が「止めろ」と口癖のように言う背景を忖度するに、何かの提案を採用して失敗

した場合には往々にして責任を問われるが、提案を採用しなかったことによりチャンスを逸しても、その責任はほとんど問われないというカルチャーがあるからではないか。だから、リスクをとろうとしない。

先ほどの新幹線の例でも、筆者が関心を持つのは、「止めろコール」を発した当時の国鉄の要路の人たちのその後だ。おそらく、判断ミスに対する何のお咎めも受けることなく、のうのうと組織内で生き続けたことだろう。このような風土が、「止めろ」と言っておいた方が無難だという意識を育ててしまうのではないか。「やらなかった」「やらせなかった」ことの責任も問うことが必要だと思わずにいられない。

評論家、大宅壮一は 1958 年、「ソニーはモルモットである」と言った。業界に先駆けて新しいものを世に出し続けるソニーは、新製品が市場に受け入れられるかどうかの実験台になっているという意味だった。井深大は、「ソニーはモルモットで結構だ」と開き直り、社員にも果敢に新しいものにチャレンジし続けるようにと言って「**モルモット精神**」を説いた。3. 1 節で述べたように、われわれが LIB 開発に着手したときには、少なくとも、電池開発陣営にもその精神が溢れていた。

ソニーのモルモット精神(井深大)

決まった仕事を決まったようにやるということは、
時代遅れと考えられなくてはならない

ゼロから出発して、産業と成りうるものが、
いくらでも転がっているのだ



これはつまり商品化に対するモルモット精神を上手に生かしていけば、いくらでも新しい仕事ができるということだ

一つひとつ開拓して商品にしていくのがモルモット精神だとすれば、
モルモット精神もまた良きかなと言わざるを得ないのではないか

同じ精神がサントリーにもあるようだ。二代目社長だった佐治敬三が、ビール・ビジネスに進出しようと創業者の鳥井信治郎（父親でもあった）に相談に行ったときに返ってきた言葉は、「やってみなはれ」だったという。この「やってみなはれ」という気持ちがあれば、新しいもの（ビール）へのチャレンジはなかっただろう。その後、部下からの進言・相談がもたらされると、佐治もまた「やってみなはれ」と部下を励ますようになったという。「失敗」を怖がっているのはチャンスは掴めない。「あのときやっておけばよかった」という後からの反省ほど詮無いものはない。

「モルモット精神」もない、「やってみなはれ」と言う人もいない状況、すなわち、新しいものへの挑戦のない状況をかって糸川英夫は「**成功は失敗の素**」と喝破した。何か大きな成功を一度掴んでしまうと、その成功体験に囚われ過ぎて、新しいことにチャレンジしなくなり、愚図愚図しているうちに余所から新技術が現れて、自分たちの技術は価値を失ってしまう。ソニーは 18650 で大成功を収めたため、そこから抜け出せずに角型で敗れた。

この「止の谷」はマネジメントやビジネス・サイドの問題であるが、開発者側の課題として、「ひらめき」の問題がある。

「天才とは 99%が発汗であり、残りの 1% が靈感である」という有名なエジソンの言葉がある。これは「努力は美德」ということを言っていると一般には受け取られている。しかし、エジソンの真意は、「**天才にはひらめきが必要条件。1% のひらめきがなけれ**

ば、99% の努力はムダである」ということだったのだが、取材記者が捏造したのだと、後年のインタビューでエジソン自身が語っているそう（福光潤『翻訳者はウソをつく！』青春新書）。

現実を直視すれば、努力すれば必ず報われるというものではないことが実感できる。とくに、R&D の世界では努力だけではだめで、1% のひらめきが必要だというのは誰もが実感することだ。問題は、その 1% をどうして獲得するかだろう。

新型インフルエンザが猛威を振るっているが、このウィルスがヒトの体内に侵入する際には、何か「足がかり」が必要になる。ウィルスは自身の殻にあるタンパク質を、ヒトの細胞表面のタンパク質と結合させることによってウィルスはヒトの細胞にとりつく。ウィルスのタンパク質を鍵だとすれば、取り付けられるヒトのタンパク質は鍵穴と言える。この鍵穴タンパク質をレセプター、鍵タンパク質をアダプターと言い、レセプターがないとウィルスは人体に入り込めない（福岡伸一『プリオン説はほんとうか？』講談社ブルーバックス）。

知識がわれわれの頭に入り、定着するのも同じメカニズムによると筆者は考える。講義を聴いたり読書をして、その内容をキャッチするレセプターがなければ、頭を素通りするだろう。講義や読書に散りばめられた知識をアダプターだとすれば、その知識に対する関心度がレセプターと言える。つまり、関心というレセプターがなければ読書も学習も頭に定着しない。猫に小判とはこれを言うのだろう。猫は鼠に対してはレセプターを持っているが、小判には興味がない。

我々も、研究開発に有効なヒントを得ようと、講義を聴いたり書物を紐解いたりする。しかし、講義や書籍が価値のある内容を持っていても、それ自体が人の頭の中で価値を生み出すためには、講義や読書の内容が頭に入り、身につかねなくてはならない。そのためには、“講義・読書ウィルス” に対するレセプター、つまり関心を持つということが重要になる。

筆者の座右の銘は、モンテーニュの『エッセー』にある、「よけいなことでも学ぶほうが、何も学ばないよりはましだ」というもの。それによって、多くのレセプターが頭に醸成されるのだ。

3. 参考文献

- (1) Claudia Flavell-White, The Chemical Engineer (1st Feb. 2011)
- (2) Heinz P. Fritz: German Patent DE 28 34 485 C2 (1978 年出願、1980 年公開)
- (3) Alan G. MacDiarmid, Alan J. Heeger, and Paul J. Nigrey: US Patent 4,321,114 (1980 年 3 月 11 日出願、1982 年 3 月 23 日登録)
- (4) University Patents, Inc.: Private Communication
- (5) R. Yazami and Ph. Touxain: presented at International Meeting on Lithium Batteries (27-29 April, 1982), Abstract No.23
- (6) 永浦亨他: 日本特許公告昭 62-11640 (1980 年 6 月 4 日出願、1987 年 6 月 4 日公告)
- (7) ジョン・バニスター・グッドエナフ、水島公一、フィリップ・ジョン・ワイズマン: 日本特許公告昭 63-59507 (1980 年 4 月 3 日出願、1988 年 11 月 8 日公告)
- (8) K. Mizushima, P. C. Jones, P. J. Wiseman, and J. B. Goodenough: Mat. Res. Bull. **15**[6], 783 (1980)
- (9) Yukio Kubota, Yoshio Nishi, Kenji Shintani, Tetsuo Urabe, Keiichiro Shimada and Toru Katsumoto: Proceedings of the IEEE, **82**, 537 (1994)
- (10) 西 美緒、研究開発リーダー、vol.4 (No.10), 24 (2008)
- (11) 西 美緒、研究開発リーダー、vol.6 (No.10), 24 (2010)

講演 II

リチウムイオン2次電池の性能を支える材料の
実業化の経緯から今後の課題を探る

永井 愛作

リチウムイオン2次電池の性能を支える材料の 実業化の経緯から今後の課題を探る

永井愛作

株式会社 永井技術事務所

発表内容

1. 自己紹介
 - 電池材料開発は極めて学際的
2. PVdFは圧電セラミック
3. 有機半導体は常温超電導？
 1. ベンゼン、Graphene
 2. MacDiamid, HeegerがLIBの発明者？
4. 五味真平の壮大な夢
5. 次世代の負極材

40年弱の研究歴を振り返って

- 大学での研究生活(生命科学→知能→人工頭脳→応用物理)
 - 実験物理学: 兵藤申一⇐平田森三⇐ 寺田寅彦
 - 自然界は新発見の宝庫、物理は全ての現象の中に存在
 - 真空物理・表面物理・薄膜成長: 富永五郎、金原 繁
 - 物性を原子、分子レベルで理解する
- クレハでの研究生活
 - 2000℃の水蒸気による原油分解プラント
 - 石綿隔膜法電気分解、イオン交換膜法電気分解
 - PVDF応用開発
 - 焦電型2次元イメージセンサー、超音波プローブ、スピーカー、焦電赤外線センサー
 - ポリアセチレン
 - 東京工業大学: 白川英樹
 - ポリジアセチレンのLB膜を用いた有機非線形光学材料
 - Pennsylvania大学: Garito、Heeger、MacDiarmid、Vogel、理化学研究所
 - 光磁気記録材料
 - ダイヤモンドの低圧合成
 - LIB用材料の開発

Organic Electro Materials

1950	1960	1970	1980	1990	2000
------	------	------	------	------	------

Organic Semiconductor

Nobel Prize

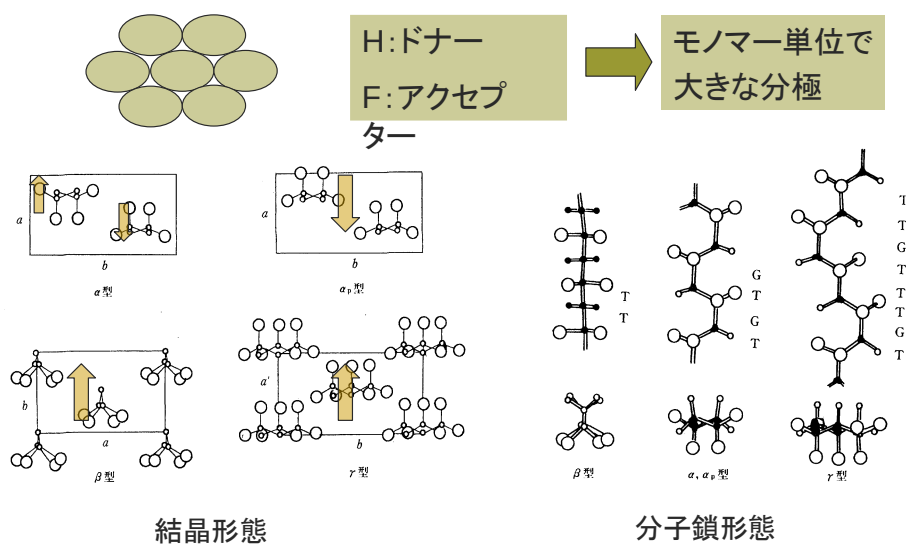
Organic Nonlinear Optical Mater.

Organic Electro Luminescence

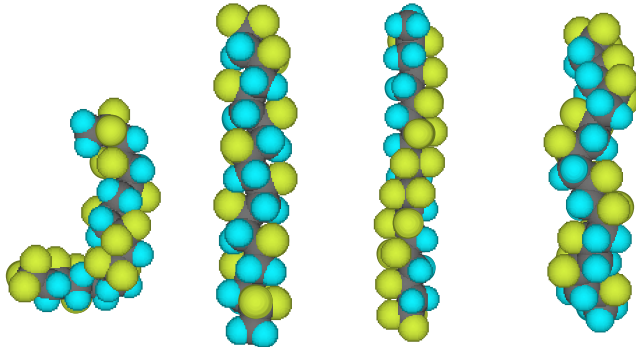
LIB、LPB

Ferroelectric Polymers

PVdFの結晶構造



Calculated Redox Windows of various PVdF



	random	α-type	β-type	γ-type
LUMO	5.3 eV	5.8 eV	5.3 eV	5.9 eV
HOMO	-13.2 eV	-13.3 eV	-12.8 eV	-13.1 eV
ΔE	7 kcal/mol	0 kcal/mol	31 kcal/mol	14 kcal/mol

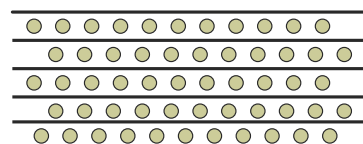
History of PVdF Applications at KUREHA

- 1962 : Basic Research started
- 1963 : High Dielectric Constant was found
- 1967 : Its Ferroelectricity was found
- 1970 : PVdF Plant started
- 1971 : High Dielectric Films for Capacitor
- 1971 : Fishing Line
- 1972 : Piezoelectric Speaker from Pioneer
- 1978 : Pyroelectric Infrared Sensor
- 1980 : Ultrasonic Probe for Medical Use
- 1990 : Binder for Lithium Ion Battery
- 1998 : Polymer Electrolyte for LPB

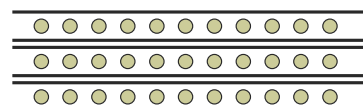
黒鉛層間化合物の電導性

- SbF_5 、 AsF_5 をドーパントにすると $1 \times 10^6 \text{S/cm}$
 - $\text{Ag}:0.63$ 、 $\text{Cu}:0.59$ 、 $\text{Au}:0.45 \times 10^6 \text{S/cm}$
- π 電子の抜群の移動度
 - キャリヤー数

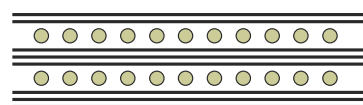
Stage I



Stage II

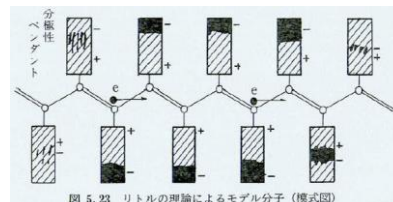


Stage III



有機半導体の開発動機は？

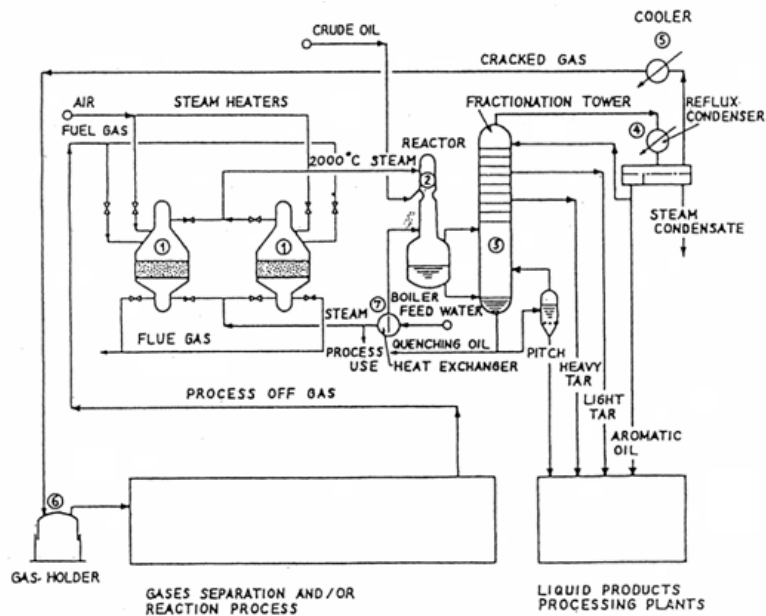
- ベンゼンは微小コイル、 π 電子の抵抗はゼロ
- Littleの夢
 - 室温超電導
 - ポリアセチレンはパイエルス転移
 - 結合交替
- 低次元伝導体のTcは上昇するとの予測
 - 酸化物高温超伝導体は2次元伝導体
- Heegerの夢
 - Siに代わって有機物がトランジスターに
 - OSC、OEL、OLEDs、OPV



ポリアセチレンの特徴と課題

- $-(\text{CH}=\text{CH})_n-$:ドーピングにより伝導率が12乗倍以上変化
 - Liなどのアルカリ金属でn型半導体
 - I_{2n+1} 、 AsF_5 、 SbF_5 でp型半導体
 - GIC、 SN_x で既に1970年初頭には確立された技術
- 長鎖共役系→分子鎖間に強い分子間力
 - フィブリル状となり結晶化し比表面積が大きく、溶媒に不溶
 - 空気中で容易に酸化され安定ではない
 - 不可逆容量が大きく、自己放電も大きい
 - 電解液と接触する外表面は不導体被膜が生成する
 - 電解液に接しないフィブリル内部にLiが安定に格納される
- 他の有機半導体への探索
 - ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリパラフェニレン
 - 電解酸化重合し一部コイン電池の正極として実用化

五味真平の壮大な夢



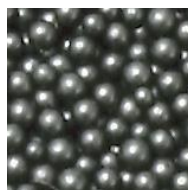
-Flow diagram of new high temperature steam cracking of crude oils.

List of Carbon products

- Carbon fiber
 - chop, felt, yarn, cloth, paper, veil mat



- Activated carbon
 - A-BAC, G-BAC



- Others
 - KREGPRPH, H-BORD, KS, KH

History of Carbon products development at Kureha

- 1959: basic research of naphtha cracking was started
- 1963: naphtha cracking plant was built
- 1964: basic research of crude oil cracking and carbon products made by pitch were started
- 1967: pilot plant of crude oil cracking was built
- 1969: Carbon fiber & activated carbon plant was built
- 1970: crude oil cracking plant was built.
sales office was opened at L.A.
- 1988: the first hard carbon for LIB was calcinated at our Tokyo Laboratory
- 1992: the plant of hard carbon for LIB was built
- 1996: Carbotron P was used for EV and HEV

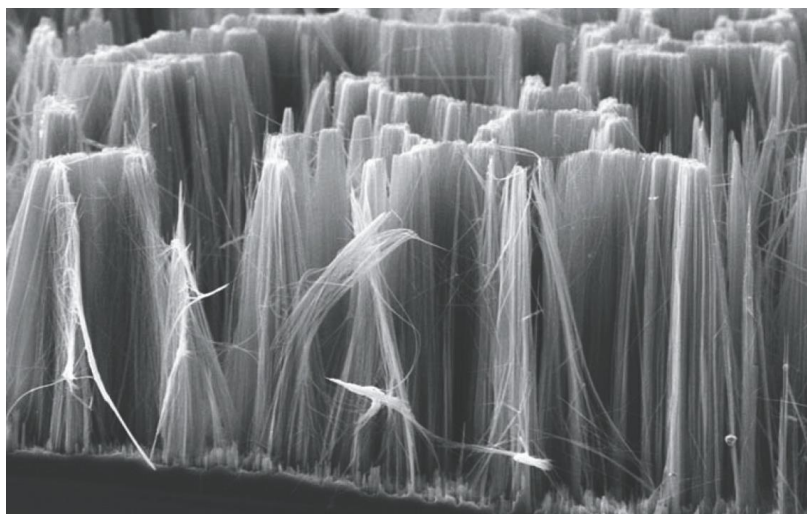
誰がPVdFバインダーとハードカーボンの発明者？

- クレハでは1960年代には電子デバイス開発の目的のため世界で最も早く、最も結晶性のよいPVdFを開発していた
 - 1980年代初頭にSony音響研とのピエゾスピーカー開発の担当者が、ソニーでLIBの開発を指揮した西美緒氏
 - 1960年代に原油分解プロセス開発に伴いピッチの有効利用のため、活性炭、炭素繊維開発を行っていた
 - 電池用ハードカーボンを開発するソニーの西美緒氏に当社の炭素材を紹介し共同開発がスタート
- 
- 人と人との繋がりが新しいビジネスチャンスを作る
 - 最先端の研究開発は必ずいつか何処かで役立つ

合金系の特徴と課題

- Liを越える体積当たりの容量 ($> 2062\text{mAh/cm}^3$)
 - $\text{Li}_{4.4}\text{Si}$ では約 2300mAh/cm^3
 - Liはイオンの存在状態、電位はLiメタルより高い
- 体積変化が大きく微粉化する
 - 初めから微粉化して膨張時の応力を小さくするとサイクル特性が改善
 - 安定なマトリックスの中に微細な金属を分散
- SonyがNexelionで実用化
 - Sn-Co-C: 炭素中にCoが分散しその内部にSuが分散
 - 478Wh/L 、 158Wh/kg : 黒鉛に比し2割アップの高容量化
- 三洋がCu電極にSiを蒸着
- Nexeon社からハリネズミSi
- Stanford大やnanosys社からSiのnanowire電極
- 三井金属よりSILX
 - 銅メッキされたSiが銅電極と一体化

Nexeonのシリコン材料



【ご静聴ありがとうございました！】



討論テーマ A

化学物質のリスク評価に関する信頼性と 効率的な推進体制を考える

コーディネーター： 三浦 千明（化学生物総合管理学会会員）

リスクベースでの化学物質管理の推進を目指して化学物質審査規制法の規定に沿って化学物質のリスク評価が実施されようとしている。このリスク評価書の整備と行政への応用に際しては、1)速やかな評価の実施、2)評価の科学的精度と信頼性の確保（納得できる内容）、3)結果とそれに基づく対応内容の透明性、4)情報公開 などさまざまな観点からの課題も指摘されている。現実的には製品評価技術基盤機構（NITE）による指針の整備や日本化学工業協会プロジェクト（JIPSプロジェクト）などが進められている。上記の課題に対処するには内外の既存の評価書作成の経験を活かす部分がある場合によっては対象物質に応じた新たな手法の導入が必要となる可能性なども考えられる。また、優先評価化学物質に留まらない上市（使用）されている多くの物質について評価書を作成し、整備するためには官民の知恵の共有と連携の更なる活性化も必要となろう。それによって目標の達成のための評価書の信頼性が確保、効率的な評価の実施、相互の評価技術のブラッシュアップや人材の確保を期待される。これらの諸点についての意見交換や提案事項を討論する。

化学物質リスク評価の信頼性を どう確保するか

交換会のきっかけとしての話題提供

化学生物総合管理学会
2011年春季討論会
三浦 千明

1

背景

化学物質（化合物）のリスク評価

- 化学物質管理体制の国際的動向
 - WSSD/SAICM
2020年目標：化学物質がヒトの健康と環境に
もたらす悪影響を最小化する方法で生産・使用
 - REACH
- 国内における管理体制再構築
 - ジャパンチャレンジ：データの整備，確保
 - 化審法改定：リスクに基づく管理，規制体制
 - 事業者の自主的管理体制の整備

2

評価(書)活用における留意点

科学的視点

- 信頼性
評価シナリオの適切性,データの内容

- 精度
不確実係数積(データの質)

- 透明性
ドキュメントの公開,情報共有化

社会的視点

- 化学物質管理における位置付け/SAICM

- 活用目的に適合した評価(データ、範囲)か？
: 評価シナリオの検証

* 確かな評価結果を対策に活かす。

3

リスク評価の目的、評価者、範囲

- ・如何なる目的(目標)に対して誰が評価するのか
行政: 国際的視点から評価の全体シナリオを提示。
評価プロジェクトのサポート。

事業者: 事業者責任の認識の下、化学物質の活用と
管理における安全確保(情報提供)。

- ・評価範囲

生産、加工、使用、流通、廃棄の各段階

* 行政: 政府機関、公的機関

* * 事業者: 素材生産者、ユーザー企業/単独または連合体

4

評価への貢献の期待

行政、公的機関

- ・リスク評価全体像の提示と達成に向けたリーダーシップ
- ・既存情報の収集管理(基礎的情報のデータバンク)、提供

事業者

- ・素材メーカー(ハザード情報)
- ・ユーザー企業(曝露、排出条件等情報)

受託研究機関(シンクタンクとして)

- ・経験を生かしたコンサルティングによるサポート(評価シナリオ、データ解析等)

5

国内における管理体制の再構築1

・ ジャパンチャレンジ

物理化学的性状、有害性情報、環境動態等基礎情報(データ)整備/曝露情報無くリスク評価まではせず。

・ 化審法改定:リスクに基く管理・規制

化審法の枠組みの中で**特化物としての指定可否を判定する**ツールとしての評価を実施。

- * リスクが懸念される面積、地点(箇所)数で判定
- * 化審法対象外用途のリスク評価(曝露)は除外
- * 消費者製品(日用品)使用による曝露は除外

国際的化学品管理体制(基準)との整合性は？

6

国内における管理体制の再構築2

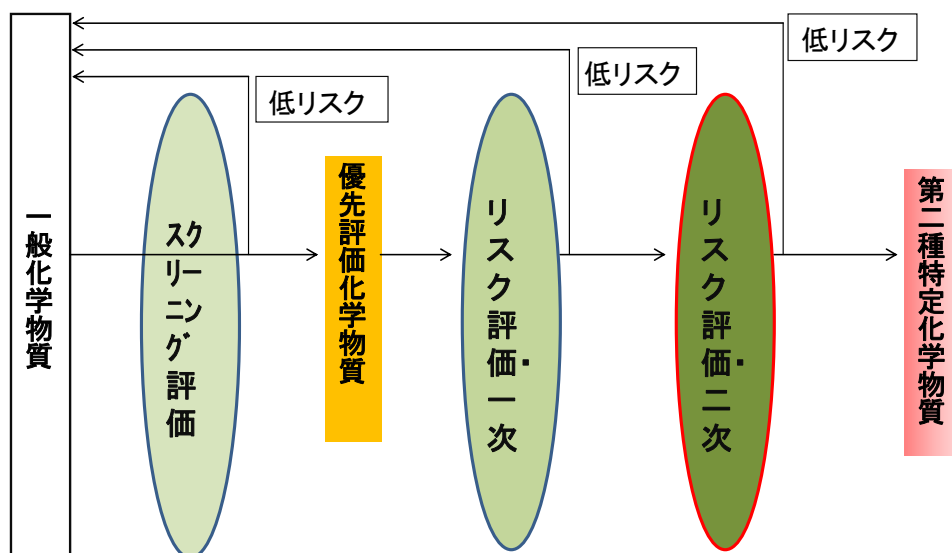
- 日化協（企業）の対応：基本姿勢
レスポンシブルケア世界憲章に準じ、
- 世界規模での化学製品管理の強化
ープロダクト stewardship[°]
- 化学産業のバリューチェーンにおけるレスポンシブル
ケアの普及、促進等を実践
- JIPSプロジェクトによるリスク評価（＞1t/年）

7

計画されている評価の概要等

8

化審法リスク評価概要



NITE資料より

9

化審法

- リスク評価
 - 1) 化審法の枠組みの中で特定化学物質(二種)への指定の適切性について判定する手段。
 - 2) リスクが懸念される面積、地点数で表示:ドキュメントは？
 - 曝露評価
 - 1) 排出量⇒環境濃度推計⇒摂取媒体(空気,飲料水,農産物,畜産物、魚介類)経由のヒト摂取量を推定
 - 2) 化審法対象外(他法規規制)使用,消費者製品使用曝露は除外。
 - 有害性評価
 - 1) ヒト:慢性毒性、遺伝毒性(変異原性)
 - 2) 水生生物:藻類、ミジンコ、魚/長期毒性優先
- * 技術ガイダンスに準じて評価を実施

10

化審法リスク評価での曝露評価

- 化審法対象外(薬事,農薬,肥料,飼料,職業)は除外
 - 1)総合管理、SAICM対応の観点からは如何に位置付けるか。
他法関連曝露でのリスクは誰が？
 - 2)除外曝露は媒体経由曝露に影響ないか？
Ex.農薬,肥料:農作物、 飼料:畜産物
- 消費者製品使用による曝露は除外
 - 1)消費者製品は化学物質の用途としては化審法対象であるが、除外するのは何故か？
- 環境濃度
 - 1)環境放出量を基に数理モデルによって推定
 - 2)モニタリング

11

企業の自主的取り組み

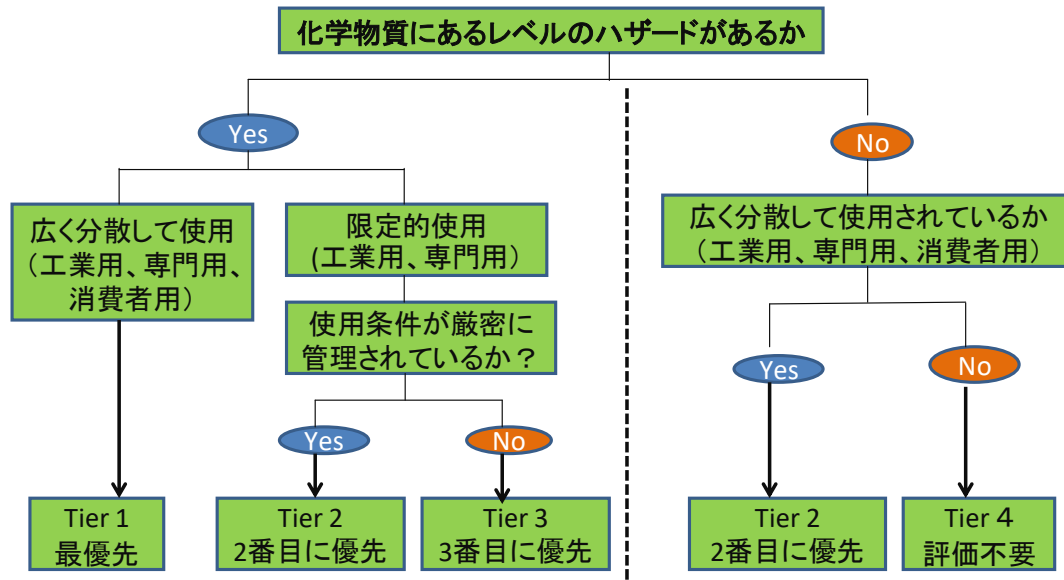
- 日化協GPS/JIPS推進プロジェクト
(Japan Initiative of Product Stewardship)
レスポンシブルケア推進と併せて開発、製造から廃棄までを含めた全ての段階における管理体制整備。
データ等情報の収集解析

リスクアセスメント:ヒト、環境(生態系)

管理への活用
* 1t/年以上の物質を対象として
優先度別実施を計画

12

企業（日化協 JIPS）による評価概要 優先順位の決定

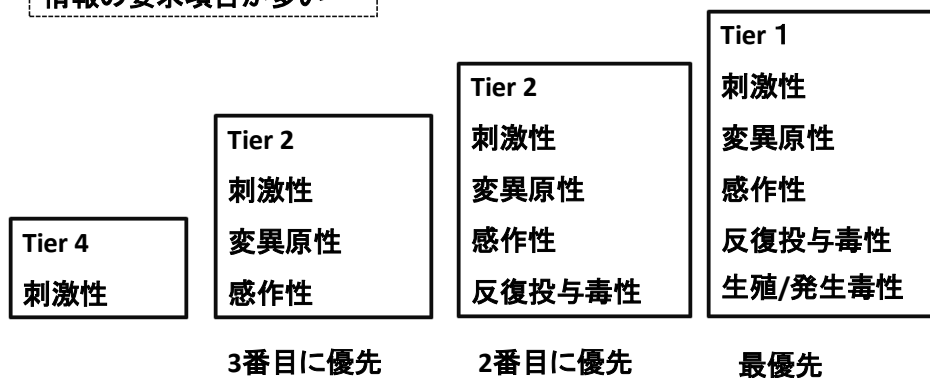


日化協資料から転載 13

日化協（JISP）ベースセット情報 （ヒト健康）

Tierのベースセット情報＝標準パラメーター（Step 2）＋Tier別の情報（Step 4）

リスクアセスメントの優先
度が高いほどベースセット
情報の要求項目が多い

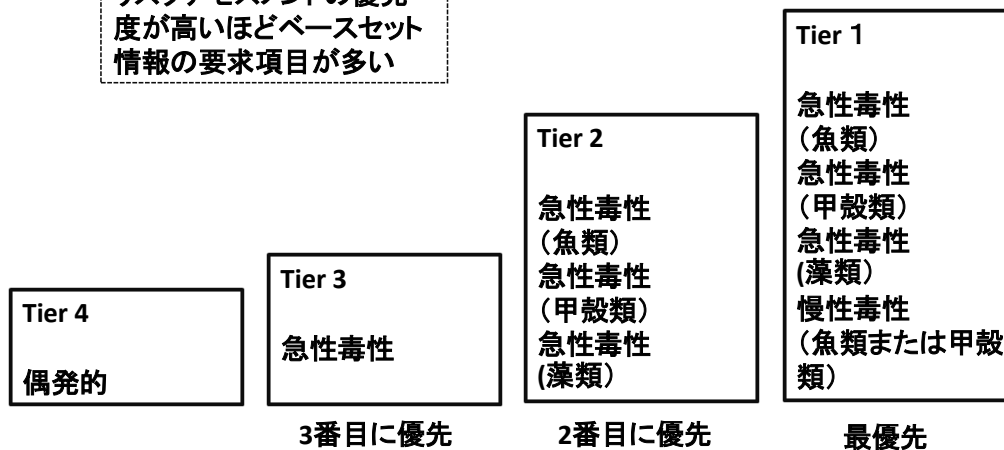


日化協資料から転載 14

日化協 (JISP) ベースセット情報 (環境: 水生生物)

Tierのベースセット情報 = 標準パラメーター (Step 2) + Tier別の情報 (Step 4)

リスクアセスメントの優先
度が高いほどベースセット
情報の要求項目が多い



日化協資料から転載 15

事業者によるリスク評価に向けて

望まれるかたち、活用など

- 国際的化学品総合評価、管理体制の整備に不足無い評価による情報提供。
- 用途別または曝露経路別評価と曝露全体での評価の併用によるリスク発生要因の究明。
- 評価・判定結果の表現方法の工夫
リスクが懸念される人々あるいは水域の属性ないし特性を開示など⇒対策設定に活かせる情報。
- 評価情報(ドキュメント)の管理体制の構築公開

16

より適切なリスク評価の達成に向けて

- 評価体制の整備、構築
 - 要員の育成と確保
 - 評価の意義の認識、データ解析感覚の醸成
 - ⇒ リスク判定エンドポイントを踏まえた評価書の作成、解釈
 - 先進企業、公的機関等の(初期)リード
- 社会的ベクトル合わせ
 - 評価の意義、位置づけの認識と達成に向けた実践
 - 実施者に対する社会的サポート

17

評価の効率など

- 相当数の物質については評価が済んでいる
 - 既存評価書、データバンクの参照と活用
 - OECD/SIAR, EU Risk Assessment Report, オーストラリア, カナダの報告書、NEDO
 - WHO/EHC, CICAD, IARC, U.S.ACGIH, BUA, ECETOC等
 - ⇒ 曝露評価の見直しによる評価の再確認
- 対象物質の不足データをいかに確保する
 - 評価シナリオと連動したハザード、曝露データ収集、QSAR活用の可能性
- 資源(知識、費用他)の有効活用/分担協力体制
- 体系的、戦略的評価(優先度、評価水準)

18

本日の意見交換から

- 今後実施される(であろう)リスク評価に期待するものは？
 - 行政
 - 公的機関
 - 事業者
- 評価への提言として
 - 信頼性
 - 評価範囲
 - 効率

プロドライバーの過重な働き方を考える

トラックドライバーの 運転疲労の実態と背景

財団法人労働科学研究所

鈴木一弥

トラックドライバーの運転疲労

- ・ 日本の物流や旅客を支える自動車運転労働においては、十分な休憩が取得できない長時間運転や長時間勤務による休息・睡眠不足、そして昼夜の逆転を伴う深夜の運転がドライバーにとって大きな負担となっている。
- ・ 居眠りによる大型車両や旅客車両の事故は重大な被害をもたらす例も多い。心臓、脳血管疾病による労働災害の事例が多いのもトラック運転労働である。

日本の物流を支えるトラック輸送

平成20年度の日本国内の貨物輸送のうち

- ・ キロ数では91.7パーセントをトラックが輸送
- ・ トンキロ数（重量トン×距離キロ）では62.1パーセントをトラックが輸送

全日本トラック協会資料「日本のトラック輸送産業2010」

路面輸送の労働負担の特徴 （小木,1980）

- 連続性
- 拘束性
- 環境の直接作用
- 危険性
- 勤務時間制

野沢・小木（編）自動車運転労働－労働科学からみた現状と課題－

中小・零細の多い運送会社

- トラック保有台数10台以下が半数
- 20台以下が7割以上
- 従業員数20人以下が7割

トラック運送事業者総数は約6万3000社（平成21年3月末）
全日本トラック協会資料より

社会・経済的影響

- 規制緩和(1990年) 競争激化
参入が容易に 営業区域の規制緩和
- コストダウン
安全確保のコストが利用者・荷主に理解されにくい
運ぶことによる付加価値に出費してもらえない？
- 燃料費の変動

など

規制緩和以後の事業者数動向

- 事業者数は規制緩和以降の18年間で1.5倍以上に増加。
- 最近では、事業者数の増加率が鈍化するとともに撤退事業者数が増加し、20年度末は規制緩和以降初めて総事業者数が前年度より減少。

全日本トラック協会資料「日本のトラック輸送産業2010」

計画的な運行の難しさ

- 顧客が指定する時刻に届けなければならない。
- 荷・顧客が獲得できた場所へ次々と移動して長期間帰還できない例。
- 遠隔地の駐車場でキャビンに何日も宿泊して電話（仕事）の連絡を待っている例。
- 道路の状況や天候の影響を考慮した時間の出庫渋滞などによる遅れが睡眠の短縮につながる例

貨物自動車運送事業法による規制

運送事業（旅客輸送、貨物輸送）では運送事業者としての管理義務が法律等で定められている。

国土交通省管轄の管理の例

- ・事業許可の要件（設備、管理体制）
- ・運行管理者の選任（有資格者）
- ・点呼の実施 運転日報など日々の管理
- ・運輸安全マネジメントの導入
- ・監査の実施
- ・重大事故の報告
- ・認定された機関での適性検査の実施

（事故惹起運転者、初任運転者、65歳以上の運転者）

労働時間、運転時間などの規制

トラック運転者の労働時間等の改善基準（厚生労働省）

- ・1か月の拘束時間293時間以内。1年の拘束時間と労使協定締結の条件下で320時間まで延長できる など
- ・連続運転は4時間以内。1週に44時間以内（2週平均） など
- ・8時間以上の休息、連続運転時間（4時間）と休憩（1回連続10分以上かつ、合計30分以上）
→きわめて乗務時間の長い現状の事業用自動車に対応した「改善基準」。
しかし十分に守られない現状

貨物自動車運送事業法（国土交通省）

144時間（6日）以上の運行の禁止など

国土交通省の告示(貨物自動車部分)

貨物自動車運送事業の事業用自動車の運転者の勤務時間及び乗務時間に係る基準（平成13年8月20日 国土交通省告示第1365号）

- 貨物自動車運送事業者が運転者の勤務時間及び乗務時間を定める場合の基準は、運転者の労働時間等の改善が過労運転の防止にも資することに鑑み、「自動車運転者の労働時間等の改善のための基準」（平成元年労働省告示第7号。以下「改善基準告示」という。）とする。なお、運転者が一の運行における最初の勤務をかいししてから最後の勤務が終了するまでの時間（ただし、改善基準告示第4条第3項において厚生労働省労働基準局長が定めることとされている自動車運転者がフェリーに乗船する場合における休息期間を除く。）は144時間を超えてはならない。

事業用自動車の点呼

- 報告を求める事項(乗務前点呼の例)

疾病、疲労、飲酒等の状況／日常点検の実施状況
／携行品等の状況／積載の状況及び固縛の状況

- 指示事項(乗務前点呼の例)

運行経路／運行時間／運行上の注意／運行経路
の道路状況及び気象状況

トラック輸送の点呼：現状・問題点

- 中小事業者で点呼が実施されない例
- 長期間の運行で長い間対面点呼ができない
- 急に体調が悪くなった場合、交代要員がいなければ乗務をせざるを得ない例。
- 中小運送事業者の常用の荷主（たとえば製造ライン輸送）で、実質全く交代できない例（「病気でも絶対に休まない」「病気には絶対なれない」顧客の維持（会社の必要、ドライバー個人の成果・生活（仕事）の確保）、遅配をしない重い責任

トラック輸送の利便性

- ドアツードアの輸送
- 荷を積んだままでどこでも行ける。（自動車は軌道がない）
ドア → 構内 → 歩道（横切り） → 一般道 → 高速道路 → 一般道 → 歩道 → 構内 → ドア
- 経路、時間、積み荷の融通がきく
- 運転者のみで、運転、荷扱い、営業
- 長距離輸送でキャビンを宿泊場所にする

荷主の要求にこたえる

- ・ 間に合わせる 時間を荷主の要求に合わせる
- ・ コストダウン
- ・ 安い、早くて融通のきく運送会社が選ばれてしまう
- ・ 運賃値下げ、無理な要求にNoと言えるか？
速度超過 過積載 過労運転

長時間、不規則労働のリスク

- ・ 疲労による事故のリスク(安全)
- ・ 疾病のリスク(健康)
トラックの運転労働は心臓、脳血管疾病によるいわゆる「過労死」の事例が多い
- ・ 生活時間を圧迫(生活)
家庭 子育て 学習 社会参加 生活習慣 など

睡眠に関する最近の研究

糖尿病のリスク、過食を引き起こすリスク
睡眠障害 うつとの関連 など
夜勤・交代勤務による疾病リスクの研究

グループ討議を実施します

運転疲労の対策をテーマに
グループ討議を実施します

テーマの詳細、方法は会場
でお知らせします

討論テーマ C

消費生活用製品の事故情報をどう活かすか

コーディネーター： 長田 敏（製品評価技術基盤機構）
佐野 真理子（主婦連合会）

近年、消費生活用製品の安全性が大きく注目を集めている。種々の製品事故が顕在化し、これを受けて、消費生活用製品安全法の2度にわたる改正が行われる等、製品安全政策の見直しが行われた。また、2009年9月1日には事故情報等を一元的に扱うため消費者庁が設立された。以上の状況下で、事業者は消費生活用製品の事故防止対策をなお一層行うことが不可欠となっている。

消費生活用製品の安全対策を考える上で、製品事故情報を見逃すわけにはいかない。事故情報を分析すると、製品に起因する事故の多い製品、誤使用事故の多い製品、事故件数の多い製品、死亡・重傷事故の多い製品、リスクの高い製品などを知ることができ、さらには事故原因などを分析することができる。

独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE)もそうした事故情報の提供機関のひとつである。NITEが提供している情報は、インターネットでだれでも自由に利用することができる。

事故情報をどう生かすかについて事業者が対応すべき(1)安全設計(リスクの低減方法)、(2)リスクアセスメント導入、(3)社内(相談窓口、設計担当、営業担当、経営者)の連携について、具体的に掘り下げて討論するとともに、消費者に求められる課題についても討論する。

化学生物総合管理学会・社会技術革新学会
春季討論集会 (2011)

Product Safety
Technology Center

討論集会資料
消費生活用製品の事故情報をどう生かすか

2011年3月8日

nite 製品評価技術基盤機構 長 田 敏
主婦連合会 佐 野 真理子

nite 0

I 事故情報収集制度について

nite

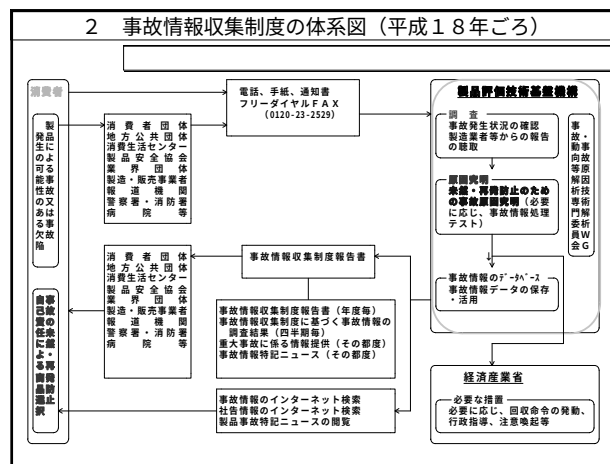
1 事故情報収集制度の創設

◆消費生活用製品安全法(昭和48年6月6日法律第31号)の付帯決議による任意の収集制度を昭和49年に開始

衆議院商工委員会の附帯決議 (抜粋)
 > 製品の欠陥に起因する危害の発生について事業者による届出又は通報の制度化、試買検査、定期検査の効率的な実施及びモニター制度の拡充等により監視体制を確立すること。

参議院商工委員会の附帯決議 (抜粋)
 > 定期検査等の効率的な実施により、製品の欠陥に起因する危害の発生を未然に防止するとともに、事業者等による事故報告システム化等により速やかな事後措置をとること。

nite



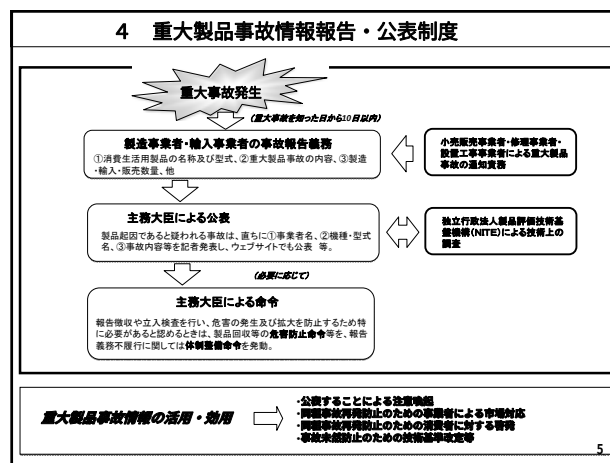
3 消費生活用製品安全法の改正

◆重大事故報告公表制度 平成19年5月14日に開始

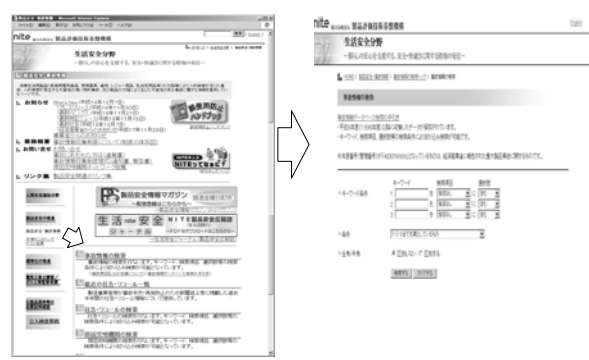
改正消費生活用製品安全法(平成18年12月6日法律第104号)
 (主務大臣による公表)
 第三十六条 主務大臣は、前条第一項の規定による報告を受けた場合その他重大製品事故が生じたことを知った場合において、当該重大製品事故に係る消費生活用製品による一般消費者の生命又は身体に対する重大な危害の発生及び拡大を防止するため必要があると認めるときは、同条第三項の規定による通知をした場合を除き、当該重大製品事故に係る消費生活用製品の名称及び型式、事故の内容その他当該消費生活用製品の使用に伴う危険の回避に資する事項を公表するものとする。

2 主務大臣は、前項の規定による公表につき、必要があると認めるときは、機構に、消費生活用製品の安全性に関する技術上の調査を行わせることができる。

nite 4



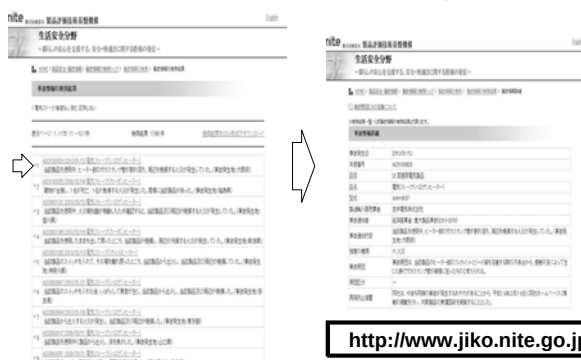
1 事故情報データベースの検索 (1)



<http://www.jiko.nite.go.jp>

12

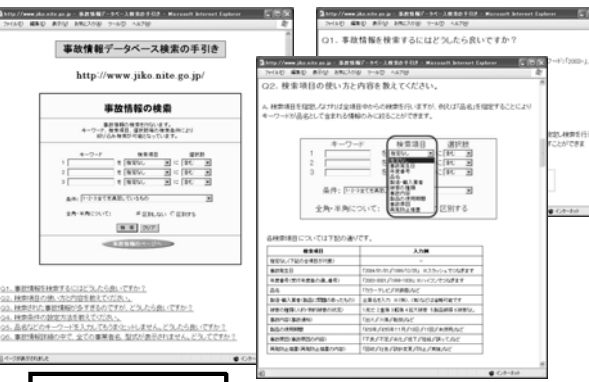
2 事故情報データベースの検索 (2)



<http://www.jiko.nite.go.jp>

13

3 事故情報データベースの検索 (3)



<http://www.jiko.nite.go.jp>

14

4 社告情報の検索



<http://www.jiko.nite.go.jp>

15

5 社告情報の例 (1)

<http://www.jiko.nite.go.jp>

平成19年5月16日 株式会社ドリテック「IH電磁調理器」

製造ロット番号の一部の製品について、使用中に発煙する可能性があることが判明。(無償点検 対象機種「DI-701」)

【製品名及び型式】
IH電磁調理器「DI-701」
製造ロット番号：
5L0010001～
5L0012000 (下記参照)

【問い合わせ先等】
お客様相談窓口
フリーダイヤル0120-875-019
受付時間：10時～12時、13時～16時
(土日祝除く)
※5月中は土曜日も通常通り対応。
<http://www.dretec.co.jp/>




16

6 社告情報の例 (2)

<http://www.jiko.nite.go.jp>

平成19年4月19日 株式会社ハーマン (販売元) / 株式会社世田谷製作所 (製造元)「ガスふろがま」

機器内部品の設計の不具合により微少ガス漏れが起これ、この漏洩ガスにバーナの炎が引火し、機器内の焼損に至るおそれがあることを確認。(該当機種の点検及び部品交換作業を無償で実施。)

【製品名及び型式】
ガスふろがま
1997年(平成9年)～2002年(平成14年)
商品コード YF702
株式会社世田谷製作所が製造、株式会社ハーマンにて販売

【問い合わせ先等】
ハーマン点検受付センター
電話料金無料 0120-248-772
携帯電話からも利用可。
受付時間：午前9時から午後5時まで
(平日のみ受付)
<http://www.harman.co.jp/>



17

7 社告情報の例 (3)

<http://www.jiko.nite.go.jp>

平成19年4月17日 東陶機器株式会社「温水洗浄便座一体形便器」

製品内部の一部接続部で接触不良が発生し、プラスチック製タンクの一部分から発煙・発火に至る可能性のあることが判明。
(無償で点検・修理)

[製品名及び型式]
温水洗浄便座一体形便

販売等期間

1999年3月から2001年12月 製造

[問い合わせ先等]

電話 (フリーダイヤル)

0120-10-7296

携帯・PHSからも利用可。

受付時間：午前9時～午後10時

(平日、土日祝とも)

FAX (フリーダイヤル)

0120-44-0092

<http://www.toto.co.jp/>



18

8 社告情報の例 (4)

<http://www.jiko.nite.go.jp>

シェーバー (電気かみそり) 用充電器

シェーバーを充電中、充電器から発火した。
(平成18年10月現在 800件以上)

対処方法：無償で製品交換

[型式]

RC01:ES1910、ES1815、ES1810 用

RC41:ES1395 用

(充電器底面)

[販売期間及び台数]

平成11年12月～平成12年4月

133,323台

[問い合わせ先等]

セイコーエスヤード株式会社

フリーダイヤル 0120-120-643

受付時間 9:00～17:00

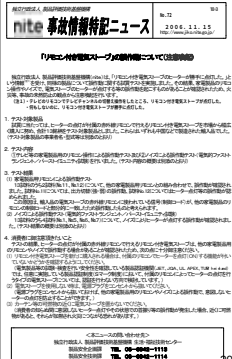
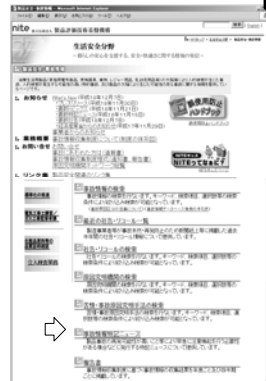
http://www.seiko-syd.co.jp/news/021002_i.html



18

9 事故情報特記ニュース (1)

<http://www.jiko.nite.go.jp/index8.html>



20

10 事故情報特記ニュース (2)

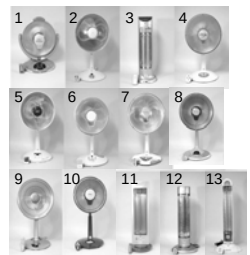
<http://www.jiko.nite.go.jp/index8.html>

No.72 「リモコン付き電気ストーブ」の誤作動について (注意喚起)
(2006/11/15)

家電製品のリモコン操作やノイズで、電気ストーブのヒーターが点灯する等の誤作動を起こすものがあることが確認されました。

試料No.	銘 柄	製造国	定格消費電力(W)	輸入(販売)業者名	型 式
1	ハロゲンヒーター	台湾	500	南日本ビネガボトラス	VG500-ABR
2	ハロゲンヒーター	中国	800	南エレクトロニクス/横山電	KR-300
3	ハロゲンヒーター	中国	800	南エレクトロニクス	HT-35R4
4	ハロゲンヒーター	中国	800	インテリモノ	SR-303R
5	ハロゲンヒーター	台湾	800	新アマス	HC-318R
6	ハロゲンヒーター	中国	800	南千住	PH-282R
7	ハロゲンヒーター	台湾	800	南千住/アイシー	YS-F823R
8	ハロゲンヒーター	中国	800	森田電工/南エレクトロニクス	TS-303R
9	ハロゲンヒーター	韓国	800	南エレクトロニクス	MS-203HR
10	ハロゲンヒーター	中国	800	エスケーエレクトロニクス	SKJ-803ARS
11	カーボンヒーター	中国	900	森田電工	MS-C804RS
12	カーボンヒーター	中国	900	南エレクトロニクス	IR-4622
13	カーボンヒーター	中国	900	南エレクトロニクス/インターナショナル	ACH-303R

現在(第1)～(第4)の事業者は、(第13)の事業者と統合、(第2)～(第8)の事業者は(第11)の事業者と統合。



21

11 事故情報特記ニュース (3)

<http://www.jiko.nite.go.jp/index8.html>

No.72 「リモコン付き電気ストーブ」の誤作動について (注意喚起)

表 他家電製品用リモコンによる誤作動テスト結果 (誤作動したもの)

試料No.	リモコン種類 (メーカー名/型式)	誤作動の現象			
		ヒーター点灯	出力切替(強・弱)	首振り	タイマー切替
11 (森田電工/MS-C904R)	テレビ (ソニー製/RM-J1004)	—	「音重(ー)」	—	—
	テレビ (シャープ製/GA226WJSA)	●	—	—	—
12 (南アライアン/IR-4622)	DVD/HDDレコーダー (シャープ製/GA389PA)	●	—	—	—
	DVD/HDDレコーダー (日立製/DV-RMDH400T)	●	「チャンネル2」	「チャンネル7」	—
	ビデオ (シャープ製/GA016TEV1)	●	「標準/3倍」	「チャンネル4」及び 「取消/リセット」	「チャンネル8」

22

12 事故情報特記ニュース (4)

<http://www.jiko.nite.go.jp/index8.html>

No.72 「リモコン付き電気ストーブ」の誤作動について (注意喚起)

表 電気的ファストランジェント/バーストイミュニティ試験結果
(ヒーター点灯の誤作動したもの)

試 料	試験レベル 1	試験レベル 2	試験レベル 3	試験レベル 4
試料No. 1 (南日本ビネガボトラス/VG500-A)	●	●	●	●
試料No. 5 (南アライアン/IR-318R)	—	—	—	●
試料No. 6 (南千住/PH-282R)	—	—	—	●
試料No. 7 (南アライアン/YS-F803)	—	●	●	●

備 考：特記の1は誤作動しなかったもの、●は誤作動したもの。なお、試験レベルの詳細内容は、表4に示す。

表 電気的ファストランジェント/バースト試験の試験レベルと試験条件

試験レベル	電圧(100V)	電流(A)	試験時間	試験回数	試験条件
1	0.5	5	100ms	5	よく保護された環境
2	1	5	100ms	5	工業用の管理室、端末室
3	2	5	100ms	5	工業用の管理室、端末室
4	4	2.5	100ms	5	電力設備、電力の管理室

備考：表は、JIS C 61000-4-4 5.4試験レベル、およびJIS規格(参考)より一部抜粋。

なお、IEC(国際電気標準会議)の規格IEC 60335-1 Annex 1 2004 修正版「家庭用及び類似用途の電気機器-安全性-第1部-一般要求事項」では、試験レベル4を要求している。

23

13 注意喚起リーフレット、注意喚起ちらし

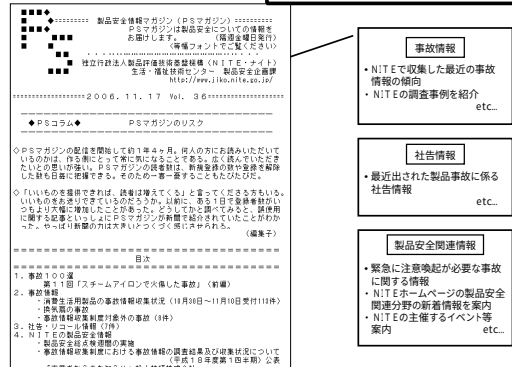
- ◆注意喚起リーフレット：<http://www.nite.go.jp/jiko/leaflet.html>
- ◆注意喚起ちらし：<http://www.nite.go.jp/jiko/chirashi/chirashi.html>



nite

14 Eメールマガジン（製品安全情報マガジン（PSマガジン））

<http://www.nite.go.jp/jiko/psm/index.html>



nite

25

15 Eメールマガジン（製品安全情報マガジン（PSマガジン））

<http://www.jiko.nite.go.jp/psm>



nite

26

16 生活安全ジャーナル

<http://www.nite.go.jp/journal/index.html>



nite

27

III 事故情報の統計情報について ～年度報、N I T E 業務報告会などから得られる情報～

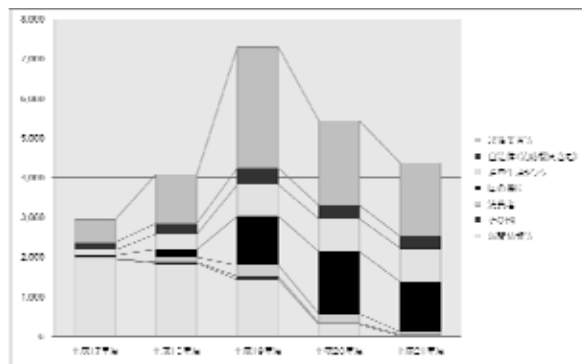
1 事故情報収集件数

情報源別	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
製造業者等	575	1,234	3,055	2,140	1,853
自治体(消防機関含む)	196	288	418	332	297
消費生活センター	135	379	788	832	846
国の機関	46	219	1,238	1,569	1,282
消費者	42	102	283	232	87
その他	13	39	79	32	33
新聞情報等	1,945	1,843	1,437	303	13
合 計	2,852	4,084	7,900	5,490	4,371

nite

29

2 情報源別 事故情報収集件数



nite

30

3 製品区分別 事故情報収集件数

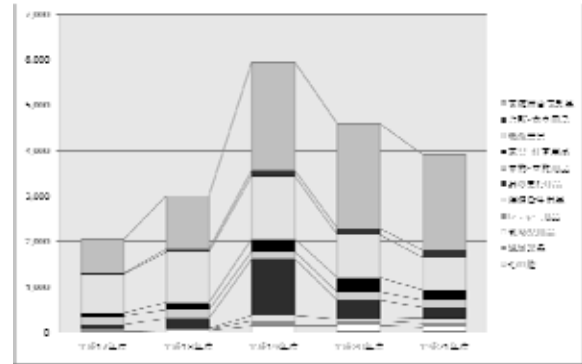
製品区分	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
家庭用電気製品	739	1,175	2,382	2,303	2,100
台所・食卓用品	22	70	117	137	160
燃焼器具	852	1,114	1,394	944	716
家具・住宅用品	73	154	279	326	219
乗物・乗物用品	183	188	153	167	169
身のまわり品	86	217	1,252	420	229
保健衛生用品	17	25	119	29	120
レジャー用品	59	29	108	108	82
乳幼児用品	6	21	130	128	82
繊維製品	7	20	13	28	35
その他	0	0	2	0	0
合計	2,044	3,013	5,949	4,590	3,912

集計：平成22年3月31日現在
重複情報等を除く

nite

31

4 製品区分別 事故情報収集件数



nite

32

5 事故通知件数の多い10品目

平成19年度			平成20年度			平成21年度		
全体 5,949 件			全体 4,590 件			全体 3,912 件		
品目	件数	割合%	品目	件数	割合%	品目	件数	割合%
デスクマット	1,003	16.9	電気ストーブ	234	5.1	電子レンジ	355	9.1
ガスこんろ	423	7.1	ガスこんろ	232	5.1	ガスこんろ	154	3.9
電気ストーブ	321	5.4	ノートパソコン	139	3.0	電気ストーブ	154	3.9
石油ストーブ	205	3.4	石油給湯器	131	2.9	ガスふろがま	103	2.6
電気衣類乾燥機	179	3.0	石油ストーブ	110	2.4	ブラウン管テレビ	97	2.5
ガスふろがま	120	2.1	カイロ	99	2.2	まきつけカーラー	97	2.5
配線器具	97	1.6	直流電源装置	94	2.0	配線器具	92	2.4
石油ふろがま	94	1.6	デスクマット	84	1.8	自転車(アシスト除く)	88	2.2
電気こんろ	89	1.5	エアコン	82	1.8	エアコン	85	2.2
エアコン	88	1.5	ガスふろがま	81	1.8	電気洗濯機	84	2.1
合計	2,825		合計	1,288		合計	1,309	

集計：平成22年3月31日現在
重複情報等を除く

nite

33

6 「製品に起因する事故」の多い5品目

平成19年度 4,357 件					平成20年度 2,782 件					平成21年度 1,887 件				
非重大製品事故 3,808 件					非重大製品事故 2,664 件					非重大製品事故 1,880 件				
品目名	件数	割合%	品目名	件数	割合%	品目名	件数	割合%	品目名	件数	割合%	品目名	件数	割合%
デスクマット	965	28.8	電気こんろ	60	8.2	電気ストーブ	144	5.8	電気こんろ	38	11.0	電気オーブンレンジ	300	16.1
電気ストーブ	207	6.1	デスクマット	44	6.8	ノートパソコン	137	5.8	石油給湯器	19	6.0	まきつけカーラー	97	5.2
電気洗濯機	188	5.2	エアコン	37	5.7	カイロ	86	4.0	電気ストーブ	19	6.0	ブラウン管テレビ	83	4.8
電子レンジ	80	2.2	石油給湯器	32	4.8	直流電源装置	94	3.9	電子レンジ	19	6.0	電気ストーブ	77	4.1
サンダル	65	1.8	配線器具	30	4.6	石油給湯器	87	3.5	配線器具	17	5.3	パソコン周辺機器	63	3.4
配線器具	65	1.8										電気ストーブ	6	0.3
合計	1,570	43.5	合計	203	31.2	合計	580	22.7	合計	108	34.3	合計	550	33.2

※重大製品事故とは、経済産業省に報告された重大製品事故情報のうち、経済産業省が製品に起因する事故及び原因不明であると判断したものであり、非重大製品事故とは、それ以外のものです。

nite

34

7 「誤使用・不注意による事故」の多い5品目

平成19年度			平成20年度			平成21年度		
誤使用・不注意 1,232件			誤使用・不注意 827件			誤使用・不注意 403件		
品目	件数	割合%	品目	件数	割合%	品目	件数	割合%
ガスこんろ	355	28.8	ガスこんろ	174	21.0	ガスこんろ	69	14.8
石油ストーブ	147	11.9	石油ストーブ	66	8.0	ヘアドライヤー	13	3.2
電気ストーブ	84	6.8	電気ストーブ	32	3.9	配線器具	13	3.2
石油ふろがま	24	1.9	石油ファンヒーター・石油温風暖房機	20	2.4	電気ストーブ	13	3.2
まきふろがま	23	1.9	ガス栓	16	1.9	石油ストーブ	12	3.0
配線器具	23	1.9						
合計	656	53.2	合計	308	37.2	合計	110	27.3

集計：NITE公表DB(平成22年6月1日現在)

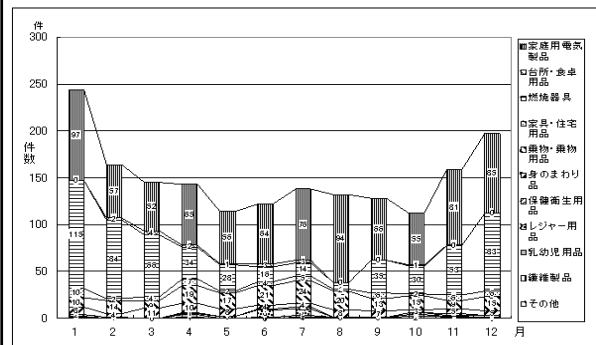
nite

IV 事故情報の動向解析について ～NITEの報告書、プレス公表データなどから 得られる情報～

nite

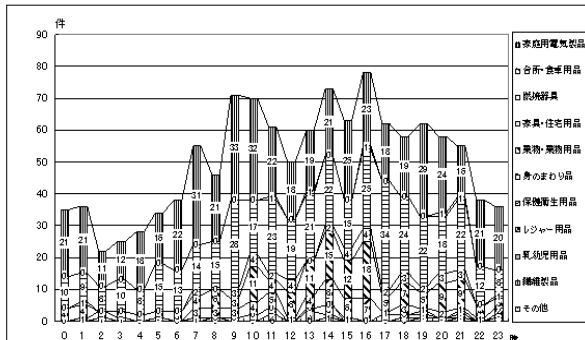
1 製品事故の発生時点の製品区分ごとの事故件数の推移

製品事故の発生時点の製品区分ごとの事故件数の推移(平成11年度～14年度)
(発生月及び製品区分について確定したもの)



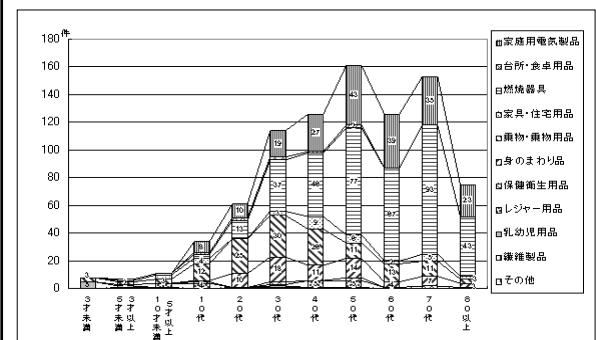
2 発生時刻別・製品区分別の事故情報収集件数の推移

製品事故の発生時点の製品区分ごとの事故件数の推移
(発生月及び製品区分について確定したもの)(平成11年度～14年度)



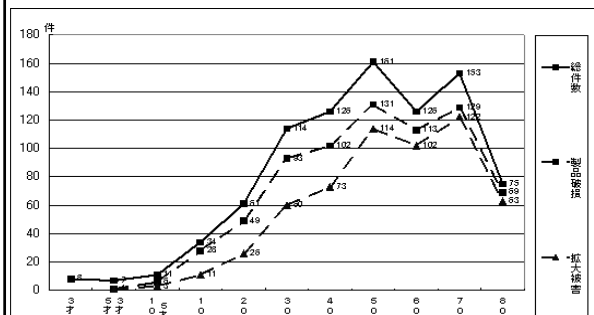
3 被害者の年齢別・製品区分別の事故情報収集件数

被害者の年齢別・製品区分別の事故情報収集件数
(被害者の年齢及び製品区分について確定したもの)(平成11年度～14年度)



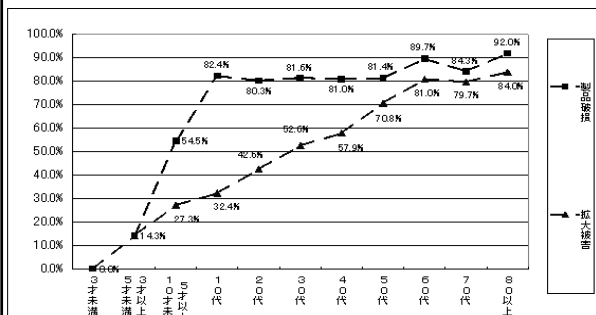
4 被害者の年齢別・物的被害

被害者の年齢別の物的被害(被害者の年齢及び物的被害について確定したもの)(平成11年度～14年度)

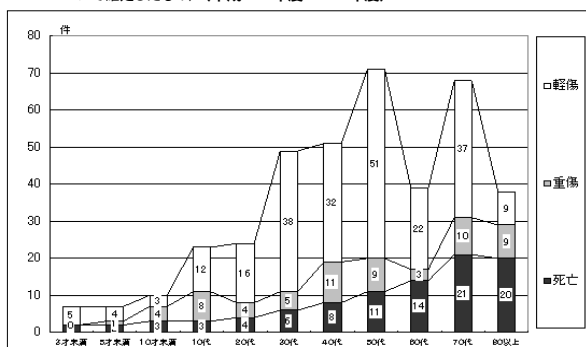


5 被害者の年齢別の物的被害割合

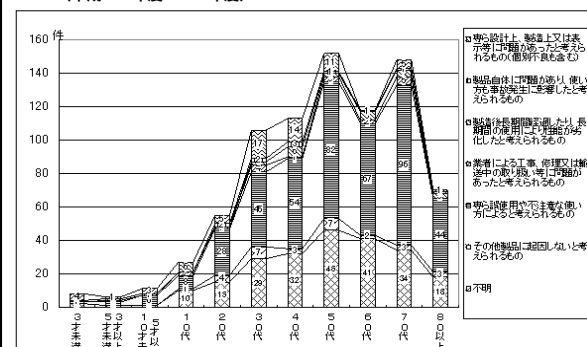
被害者の年齢別の物的被害(被害者の年齢及び物的被害について確定したもの)(平成11年度～14年度)



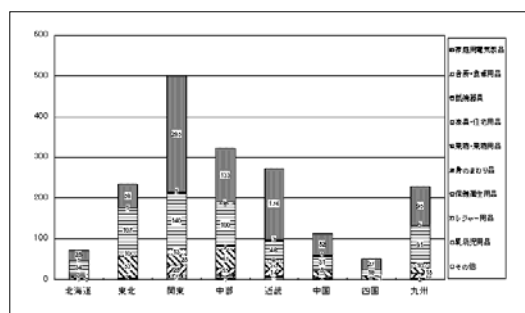
被害者の年齢別の物的被害(被害者の年齢及び物的被害について確定したもの)(平成11年度～14年度)



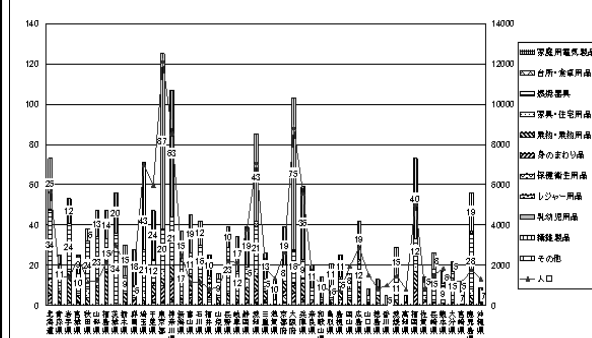
年齢別の事故原因区分(年齢及び事故原因区分について確定したもの)
(平成11年度～14年度)



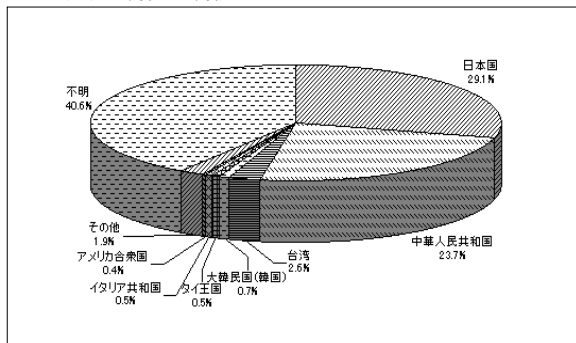
地域別・製品区分別の事故情報収集体数
(製品区分及び事故発生地について確定したもの)(平成11年度～14年度)



都道府県別・製品区分別の事故情報収集件数
(事故発生地及び製品区分について確定したもの)(平成11年度～14年度)

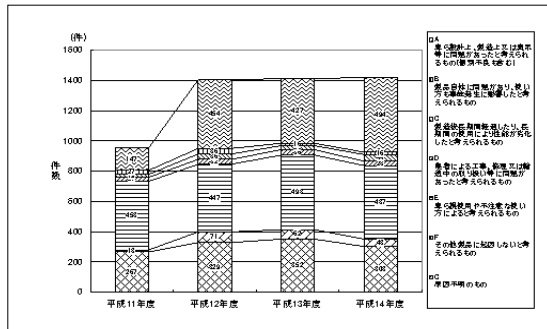


生産国別の事故情報収集件数割合(生産国について確定したもの)
(平成11年度～14年度)

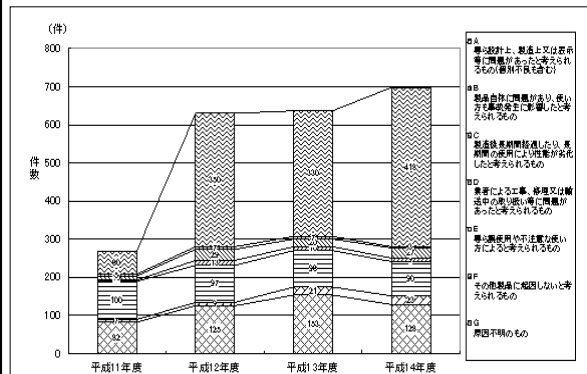


年度	総消費支出 (億円)	食料・住居用品 (億円)	食料・住居用品を除く消費支出 (億円)	その他 (億円)
平成11年度	940	240	700	0
平成12年度	1420	310	1110	0
平成13年度	1470	310	1160	0
平成14年度	1900	390	1510	0

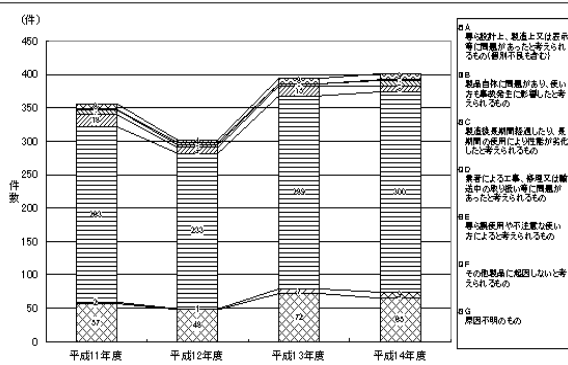
1 1 事故原因区分別の事故情報収集件数の推移



1 2 電気製品の事故原因区分別の事故情報収集件数の推移



1 3 燃焼器具の事故原因区分別の事故情報収集件数の推移



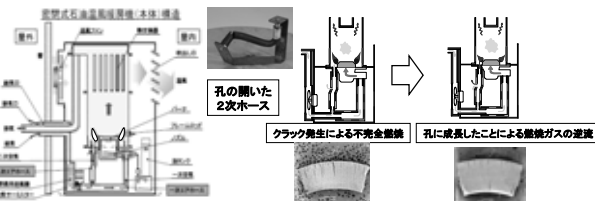
V 事故原因について
～業務報告会、事故データベースなどから
得られる情報～

nite

1 F F石油温風暖房機CO中毒事故

密閉型強制給排気式*(FF式)暖房機による一酸化炭素中毒事故が平成17年2月から12月までの間に4件発生しました。(死亡者 2名)
→経済産業省、消費生活用製品安全法に基づき、製品の回収等の緊急命令。

◆【調査結果】
長期間の使用により劣化していたゴム製の2次エアホースの曲がった部分に、ストレス集中のためクラックが生じて孔があり、それにより燃焼室に送られる空気が不足して、不完全燃焼を起こし多量の一酸化炭素が発生し中毒を引き起こしました。→NITE再発防止のための提言。



2 サンダル巻き込まれ事故

樹脂製サンダルを履いた子供が、エスカレーターで足をステップと側面の間に巻き込まれ、足の指を骨折した。また、エスカレーターのステップの左右の端部分や前後のステップの隙間に巻き込まれる事故が多発した。

◆【調査結果】
次の要因が相互に影響し事故が起こったと推定された。
【樹脂製サンダルの材質】『滑りにくい』『散らかい』『伸びやすい』性質を併せ持っている。
【樹脂製サンダルの形状・サイズ】サイズが小さく素材が薄い方が巻き込まれやすい。
【エスカレーターでの状況】スカートガード(又は踏版ライザー)への履き物の押しつけ程度、エスカレーターのコンディション(スカートガード部への潤滑剤の塗布状況等)

◆【再発防止措置】
事故はエスカレーターに正しく乗れば防げます。エスカレーターの注意表示に従って、正しい乗り降りをしてください。子供がエスカレーターを使用する際には特に注意してください。また、エスカレーターの保守管理者は巻き込み防止のため、潤滑剤を塗布してください。



3 扇風機からの出火事故

【事故の概要】

事例1. 火災報知器のベルが鳴ったので見に行くと、稼働中の扇風機の後部付近から火が出ていた。(平成18年7月)

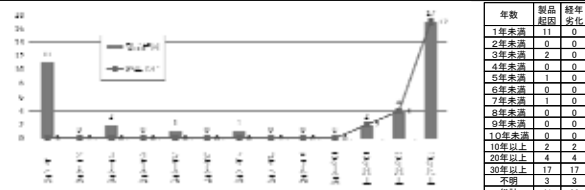
事例2. 扇風機のモーター付近から出火した。低速回転では、しばらくすると羽根が止まることがあったので、風量を上げて使用していた。
(平成17年6月)



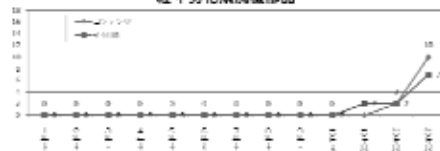
1. 長期使用（約37年）により、コンデンサーが絶縁劣化して短絡・スパークし、コンデンサー内部の充填剤や本体内部に堆積した埃・塵等に着火し、モーター部の樹脂製カバーを焼損させたものと推定される。
2. モーターの補助巻線に過熱による変色及びいつかの短絡痕が認められたことから、長年使用（35年）によりモーターの回転に支障が生じ、低速回転ではモーターが回転しなくなったため、モーターが過熱して絶縁破壊を起こし、レイヤーシートにより火花が生じ、周囲のホリコ等に着火・延焼したものと推定される。

54

4 扇風機事故件数推移（平成8年度～18年度）



經年劣化腐蝕機製品



5 デスクマットによる皮膚障害事故

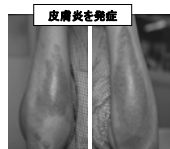
2005年8月、デスクマットと接触する両腕の手首から肘にかけて、皮膚炎(紅斑)を発症した。

◆【調査結果】

- ◆被害者は、皮膚検査（パッチテスト）により使用していたデスクマットに陽性反応が認められた。
◆事故品のデスクマットを分析したところ、抗菌剤が含まれていた。
デスクマットとの断続的な接触により、抗菌加工に使用された抗菌剤が皮膚から吸収され、

◆【再発防止措置】

メーカーは、平成18年10月11日付けの新聞及びホームページに社告を掲載し、注意喚起と製品交換を実施している。 <http://www.kokuyo.co.jp/info/20070602.hyml/>



2, 3, 5, 6-テトラクロロ-4-
(メチルスルホニル)ピリジンTCMSP)

6 手袋による皮膚障害事故

◆【事故の概要】

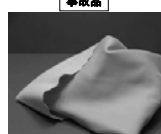
2004年～2006年にかけて、家庭用のポリ塩化ビニル手袋を使用して皮膚炎を発症したとの事故通知がNITEに11件あった。

◆【NITEによる原因究明テスト結果】

- ◆皮膚科医師が治療の一環として患者に対し、パッチテストを実施したところ、使用していたポリ塩化ビニル手袋に陽性反応を示した。
◆ポリ塩化ビニル製手袋の製造に用いられた成分の内、2種類の物質に陽性反応があり、原因物質として確認された。(アジピン酸系ポリエステル・ジオクチル塩化合物)

◆【再発防止措置】

即刻原因物質の使用を中止した後、医師及び被害者の協力によるパッチテスト結果に基づいた対策品を製造・販売し、従来配合の流通在庫との交換を行った。また、日本グローブ工業会を通じて、原因物質を通知するなど、業界全体としてアレルギーに対する取り組み強化を図った。



7 ガス湯沸器CO中毒事故（1）

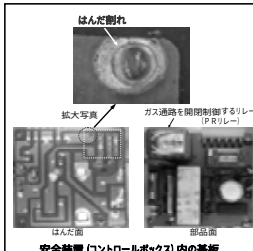
【事故の概要】

7機種による一酸化炭素中毒事故は、昭和60年1月から平成17年11月までの間、28件発生しました。死亡者21名。

屋內設置型湯沸器事故

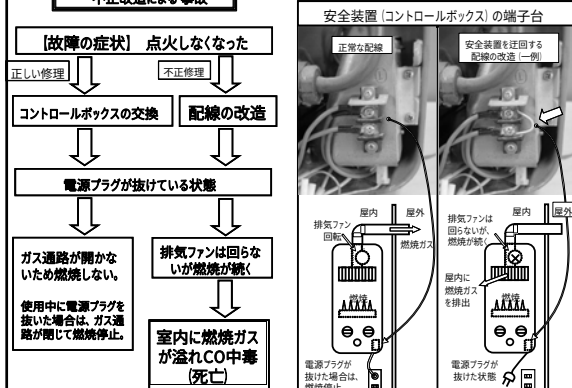


原因究明調査



8 ガス湯沸器CO中毒事故（2）

不正改造による事故



9 紙用シュレッダー指切断事故（1）

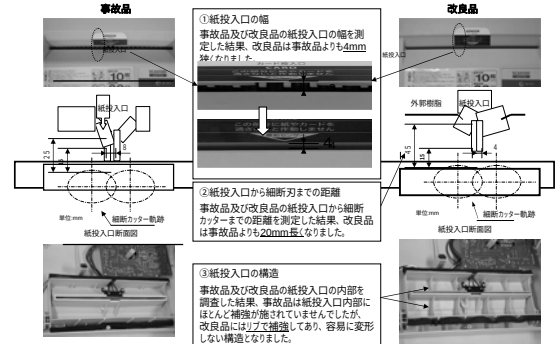
シュレッダー事故

【事故の概要】

◆平成18年3月10日、自宅兼事務所で一般家庭用に販売された紙用シュレッダーに、2歳8ヶ月の女児が両手を巻き込まれ、両手の指9本を失った。

◆平成18年7月15日、子供が紙のシュレッダー作業を手伝っていて、紙とともに左指が一般家庭用に販売された紙用シュレッダーに吸い込まれ、小指と薬指を1部関節より切断した。

10 紙用シュレッダー指切断事故（2）



事業者は、投入口を改良した部品と無償で交換する対応を実施

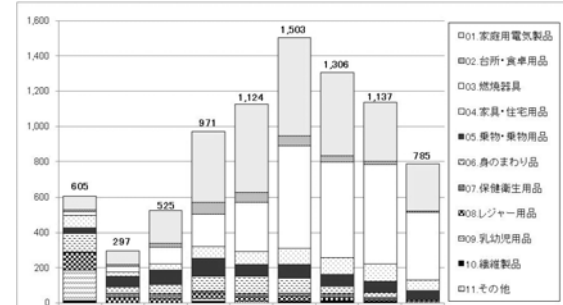
61

VI 事故情報から見てくるもの ～高齢者と子どもの事故事例をみる～

62

1 高齢者と子どもの事故状況

年代別の製品区分別事故情報収集件数（平成17年度～21年度）

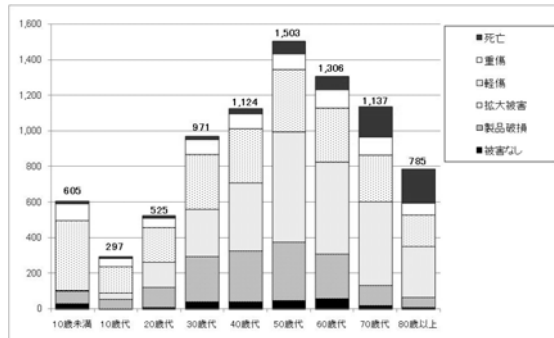


nite

63

2 高齢者と子どもの事故状況

年代別の被害状況（平成17年度～21年度）



64

nite

3 高齢者の事故（製品区分別）

品目名	製品に起因する事故				製品に起因しない事故				原因不明		調査中	合計
	A	B	C	小計	D	E	F	小計	G	H		
家庭用電気製品	197	16	70	283	12	282	42	336	396	71		1,076
台所・食卓用品	9	6	1	16	0	15	2	17	20	7		60
燃焼器具	15	2	19	36	30	1,105	21	1,156	243	50		1,485
家具・住宅用品	28	14	5	47	5	92	34	131	52	23		253
乗物・乗物用品	22	4	3	29	6	63	10	79	57	18		183
身のまわり品	14	8	1	23	0	19	8	27	28	4		82
保健衛生用品	3	3	1	7	0	17	5	22	4	4		37
レジャー用品	4	1	2	7	0	4	5	9	8	3		27
繊維製品	2	0	0	2	0	6	8	14	7	1		24
その他	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		1
合計	294	54	102	450	53	1,604	135	1,792	805	181		3,228

※ 平成17年度～21年度。60歳以上。重大製品事故を含む。平成23年1月末日現在。

65

nite

4 高齢者の事故事例1

◆石油ストーブ

石油ストーブを消火せずにカートリッジタンクに給油をしたところ、カートリッジタンクのふた（ネジ式）の締め方が不完全であったため、カートリッジタンクをストーブにセットして使用中灯油が漏れ出し、漏れた灯油にストーブの火が引火し、木造平屋住宅が全焼した。（60代男性）

身体機能の衰え

◆ガスこころ

消防の調査では、ガスこころに天ぶら鍋をかけたまま放置したため、鍋の油が過熱し、火災に至ったものとみている。（70代女性）

うっかり度忘れ

◆まきふろがま

消防の調査では、まきふろがまの焚き口を開けたままにしていたため、焚き口からこぼれた火種が、周囲にあった新聞紙等の可燃物に燃え移り、火災に至ったものとみている。（70代女性）

うっかり注意散漫

◆電気ストーブ

電気ストーブを片づけようとして本体の上から段ボールをかぶせたところ、電気プラグを抜いておらず、本体上部の電源スイッチが入ったことにも気付かずその場を離れたため、ヒーターの熱で段ボールが燃え出し、火災に至ったものと推定される。（70代男性）

注意不足

66

5 高齢者の事故事例2

◆ラムネ容器

孫が飲み残したラムネを飲もうとして、容器上部のキャップを外して飲んだところ、誤って中に入っていたビー玉を飲み込み、一週間入院した。（70代）→注意事項としてキャップは飲み終わるまで絶対に取らないように明記していたが、外したため。

身体機能の衰え

うっかり注意不足

◆電動車いす

狭い上り坂を走行中に操作を誤り、2メートル下の市道に転落、ふたのないU字溝に頭から落ち死亡。（80代女性）

身体機能の衰え

◆ガス栓

ガスこころからIHこころに取り替えたが、長年の習慣からガス栓を誤開放したため、そこから漏れたガスを吸い中毒を起こした。（80代女性）

うっかり注意散漫

◆風呂釜

風呂に水を張ったことを確認せず空だきしたため、空だき防止装置の付いていない風呂釜が過熱発火し、浴室と台所の一部、畳被褥などを焼損。（80代）

うっかり注意散漫

67

6 高齢者の身体、生活構造等

1. 身体機能

運動機能低下
身長短縮化
関節の可動域狭小化

これまでできていたことができなくなる
身体が全体的に小さくなる
骨がもろく骨折しやすい

2. 生理機能

排泄機能の低下
体温調節機能の低下
睡眠時間の短縮化、浅い眠り

頻尿傾向となる
冷暖房機器の使用が増加

3. 心理特性

過去への愛着が強くなる
新しいものへの適応に時間がかかる
興味が身近なものに限られてくる

新製品への適応が難しくなる
物忘れが多くなる

4. 感覚機能

温熱感覚機能が衰える
視覚・聴覚・嗅覚・触覚等が衰える

反応（感知）時間が長くなる
危険を察知しにくくなる

5. 生活構造

余暇時間が長く、住居内生活時間が増える

家庭内での事故が増加

68

7 子どもの事故（製品区分別）

	人的被害の発生した事故				人的被害の発生しなかった事故			合計
	死亡	重傷	軽傷	合計	拡大被害	製品破損	被害なし	
家庭用電気製品	3	19	47	69	1	6	1	77
台所・食卓用品	0	2	7	9	0	2	0	11
燃焼器具	1	5	12	18	1	0	0	19
家具・住宅用品	3	24	42	69	1	1	1	72
乗物・乗物用品	0	10	17	27	0	5	1	33
身のまわり品	2	6	64	72	1	27	4	104
保健衛生用品	0	0	2	2	0	1	0	3
レジャー用品	2	13	57	72	0	21	6	99
乳幼児用品	1	15	136	152	0	9	13	174
繊維製品	0	3	7	10	0	0	3	13
合計	12	97	391	500	4	72	29	605

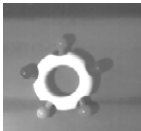
※ 平成17年度～21年度。10歳未満。重大製品事故を含む。平成23年1月末日現在。

nite 69

8 子どもの事故事例（製品に問題）

◆おしゃぶり

生後6か月の乳幼児が、おしゃぶりをしゃぶっているうちに唇を切った。当該製品は、にぎる、みる、しゃぶる、ふる等の機能を備えたもの。
→吸引力が強い乳幼児がしゃぶっているうちに、カタカタと音が出る部分の隙間に唇を挟んだため。



◆ベビーフェンス

階段からの転落を防止のためのフェンスで1歳5ヶ月の女児が右手中指の先端部を切断。
→フェンスを押すと隙間ができることが判明。この隙間に指を入れフェンスを引いたために切断したものの。

◆学童用傘

小学2年生の男児が傘を振り回していたところ、柄が抜けて本体が5～6m飛び、付け根の鉄棒が別の児童の目の横に刺さった。
→中棒と柄との接着方法が不適切だったため。

70

9 子どもの事故事例2（製品に問題）

◆滑り台（固定式）

2歳の幼児がすべて遊んでいて、首に巻いていた手編みのケーブルがすべり台の上部に引っかかり、滑り降りた拍子にひもで首が締められ意識不明の重体となった。
→すべり台部分の木製の手すり、最上端で鋭角をなした状態で設置されており、その角の部分にケーブルの輪が引っかったため



◆玩具

ボールを投入して遊ぶ玩具で幼児の手が投入口から抜けなくなった。
→ボールの投入口から容易に幼児の手が入り、さらにカーブしたシリンダー部分にまで手が入る構造であったため。

◆玩具（カプセル入り）

幼児がカプセル入り玩具販売機からカプセルに入った玩具を買いアルミホイールにはいったゼリー状のものを口に入れたが吐き出した。
→幼児から小学生を対象としたカプセル入り玩具販売機の中に入浴剤を詰めたカプセルを入れたため、表示の読めない幼児が購入し、菓子と思いこんで口に入れたもの。

71

10 子どもの事故事例3 (製品に問題)

◆玩具(金属製)

遊んでいた幼児の指から血が出ていたので調べると、玩具のダンブの鉄板の処理が悪くそれで切ったようであった。

→ダンブ荷台を固定するため、シャーシの鉄板に巾1cm長さ3cmの穴をあけているがその穴が大きすぎ幼児が手を入れた時バリで手を切ったもの。



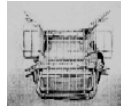
◆自転車用幼児座席

子どもを前に乗せたとたん、プラスチックの座席がこわれ転落。→金属フレームとプラスチックの座席部を固定するボルト部のプラスチック部分の材質強度が不足していたため。



◆自転車用幼児座席

子どもを自転車の後用幼児座席に載せて走行中、子どもの右足が足乗せからはずれ、後輪に巻き込まれ右腿に擦傷。→適用年齢2歳から5歳となっているにもかかわらず、3歳の子どもには足ガードが小さく、足が足乗せから外れたため。



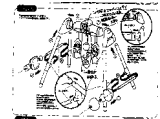
72

11 子どもの事故事例4 (製品に問題)

◆乳母車

乳母車に子どもを乗せて停車中、子どもがハンドルのロック部をなめていて先端部が歯茎と頬の間にいったため、口内を裂傷。

→ハンドルロック部の鋭利なところをなめたため。



◆乳児用玩具(ジム型吊り下げ玩具)

生後2ヶ月の赤ちゃんをあやすため、吊り下げ玩具の中央の飾りの取っ手を引っ張ったところ、ハンドルが取り付けられた樹脂製のレバーフック受けが破損し、飾りが乳児の腹部に落下。

→乳児が使用するものとして強度設計していたため、母親が飾り部の取っ手を引っ張った際にレバーフック受け強度が不足して破損したものの。



◆玩具

玩具のはぐるま部品の透明カバーが外れ、中のビーズがこぼれ出て、幼児が誤飲。

→組み立てにおいて、透明カバーのはめ込み式の爪が十分はまっていなかった。強度不足により投げつけられた際に衝撃に耐えられず、カバーがはずれたもの。

73

12 子どもの事故事例5 (製品と使い方)

◆玩具(電動乗用車)

玩具の中の電池を取り出してなめて泣き出し、すぐに唇がはれ上がり、唇も黄色と黒に変色。

→電池ボックスが容易に開閉できる構造であり、幼児が電池を取り出し逆装してため発熱、液漏れしたものを再度取り出して舐めた。

◆電気蚊取り器

床に置いてあった電気蚊取り器の上部にある薬剤揮散口に、2歳の幼児が指をつこんで火傷。

→幼児の手の届くところに置いて使用したこと及び本体上部にある揮散口の大きさが幼児の指が入る大きさであったため。



◆防護欄(ストープ用)

幼児が防護欄の上部隙間部分から手をいれ、反射式ストープの天板に触れ右手の手のひらと指3本を火傷。

→防護欄上部に隙間があったこと及び石油ストーブの天板の高さが同じであったことから、親が目を見失った際に、幼児が隙間から手を入れたため。



13 子どもの事故事例6 (使い方)

◆電気ポット

つかまり立ちするようになった生後10ヶ月の男児が、電気ポットを載せたキャスター付台とともに倒れて電気ポットのふたが開き、首から下の上半身及び右大腿部に火傷を負った。

→電気ポットの蓋部分に異常がなく、繰り返し転倒させても蓋が開かなかった。つたいて歩いていた乳児が蓋の開閉レバーに手をかけて転倒したため。

◆玩具(ママごとキッチンセット)

2歳の幼児がプラスチック製のママごとキッチンセットで遊んでいたところ、その中のたまご(2つに分かれ、マジックテープでつながっている)を口に入れ、のどに詰まらせた。

→注意表示に対象年齢は3歳以上となっており、3歳未満の子どもが遊ぶ場合には口に入れたと意識する恐れがある旨注意表示されていた。



◆照明器具

5歳の幼児がベッド上で幼児が照明器具の引き紐を引っ張ったところ、引き紐の根元の金具部分が伸びて本体から外れ、幼児の右目に当たり、水晶体を損傷した。

→引き紐と器具をつなぐS環が伸びて本体から外れ先端部分が目に当たったもの。

75

14 子どもの機能、生活構造等

1. 身体機能

運動機能未発達(不十分)

身長、体重の増加

関節の可動域拡大

発達に従って、注意するものが変化(布団などのやわらかいものによる窒息から、すべり台やブランコなどによる転落、打撲まで)

2. 生理機能

排泄機能が未発達(不十分)

体温調節機能が未発達(不十分)

睡眠時間が長く、眠りが深い

適切な室温管理が必要
通常の警報機などでは起きない

3. 心理特性

新しいものに興味を示す

行動範囲とともに興味の範囲が広がる

なんでも口に入れる、手を突っ込む、穴に入る、高いところに登る、高いものを取ろうとするなど。

4. 感覚機能

温熱感覚機能が未発達(不十分)

視覚・聴覚・嗅覚・触覚等が未発達(不十分)

熱いもの、危ないものが判別できない

5. 生活構造

行動範囲が広がる

危険な場所が拡大

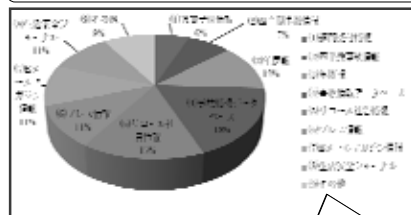
76

VII NITEが公開している情報に関する利用調査結果について

77

1 N I T E が提供している情報で利用頻度の高いもの

NITEが提供している情報で利用頻度の高いものは何か。
(家電事業者等12社の調査結果)



(9)その他の内訳

- ・セミナー資料、映像
- ・意見交換会、説明報告会、各種安全シンポジウム資料
- ・説明報告会
- ・ポスター、図解、説明報告会の資料
- ・「注意喚起チラシ」「ミニポスター」
- ・セミナー資料、年次報告会資料等

nite

78

2 N I T E が提供している情報で改善すべきもの

NITEが提供している情報一覧のうち、内容等で修正すべき点は何か。
(家電事業者等12社の調査結果)

- ・事故情報データベースの検索機能に「発生期間指定」、「類似品検索」等を追加すべき。
- ・事故情報データベースの検索機能に「事故発生地」を追加することでクロス検索の特定精度が高まる。
- ・生活安全分野のページは、全体像が把握しにくい。
- ・四半期事故情報はNETのデータから方向性が判るものにするべき。重大事故報告制度前の方が利用しやすい。
- ・事故情報データベースは調査中の件数も見えるようにすべき。事故全体の件数推移を把握したいため。
- ・事故情報データベースは経済産業省が公表した案件で原因区分が（一）となっているものがある。これらについても、AやB等の事故原因区分分析をすべき。
- ・リコールの情報を詳しくするべき。また、リコール実施後に実施した確認促進策について、詳しく記載するべき。
- ・事故情報データベースで調査が完了したものはCSV形式でダウンロードして分析できるが、週間受付情報のデータがpdfでありダウンロードしての分析が出来ない。CSVでダウンロードできるようにすべき。
- ・リコール社会情報への通知が新着なのか再度（2回目以降）なのか、表裏ですぐ分かる工夫（記号の追加等）をすべき。
- ・調査中の事故情報は事業者のみ公表すべき。

nite

79

3 N I T E が提供すべき情報

NITEが提供している情報一覧以外で提供すべき情報はなにか。
(家電事業者等12社の調査結果)

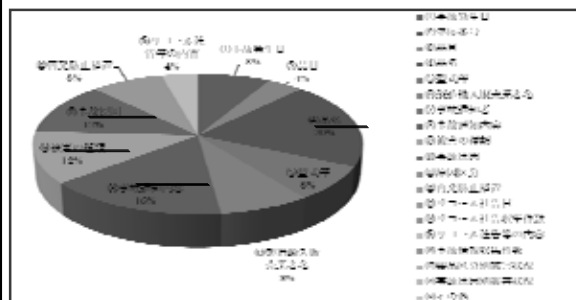
- ・NITEが実施している立入検査等で各事業者の改善点の紹介をすべき。
- ・リコールや事故から言える知識の水平展開（知識の横進化）をすべき。
- ・現状で良い。
- ・消費者庁、経産省の安全のページへのリンクをわかりやすくすべき。

nite

80

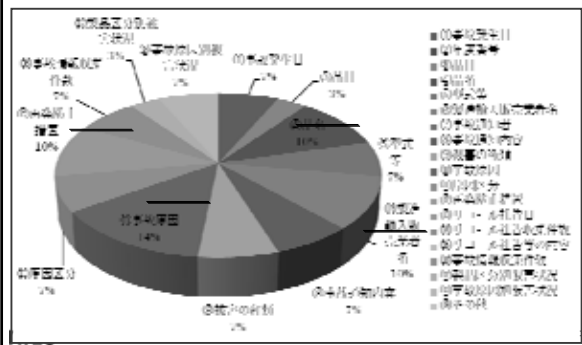
4 N I T E の週間受付情報から得ている情報

NITEの週間受付情報から、どのような情報を利用しているか。
(家電事業者等12社の調査結果)



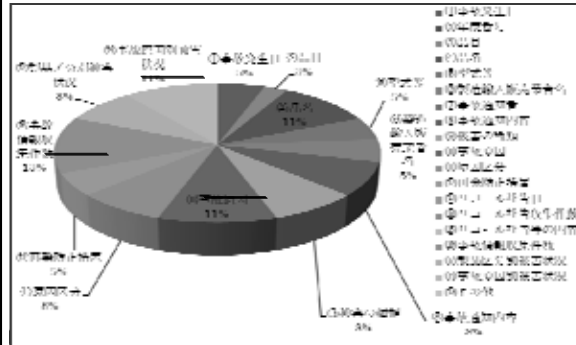
5 N I T E の四半期事故情報から得ている情報

NITEの四半期事故情報から、どのような情報を利用しているか。
(家電事業者等12社の調査結果)



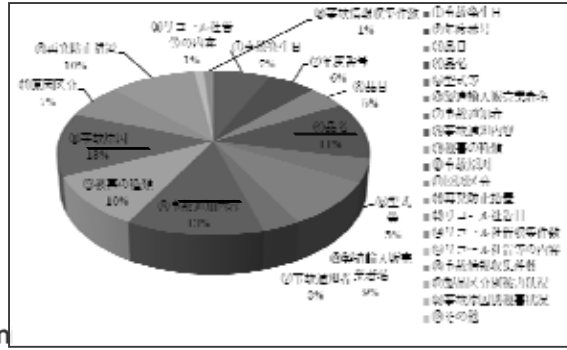
6 N I T E の年度報から得ている情報

NITEの年度報から、どのような情報を利用しているか。
(家電事業者等12社の調査結果)



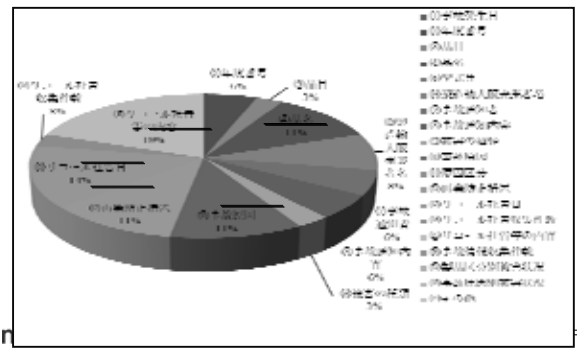
7 NITEの事故情報データベースから得ている情報項目

NITEの事故情報データベースから、どのような情報項目を利用しているか。(家電事業者等12社の調査結果)



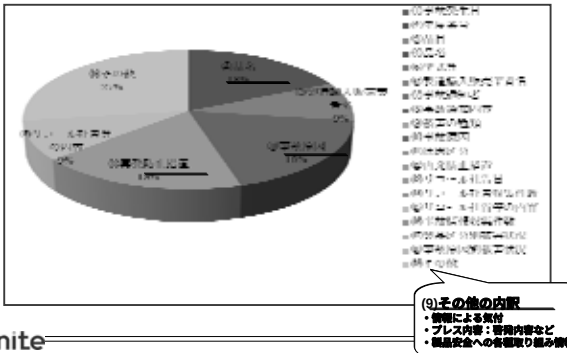
8 NITEのリコール社告情報から得ている情報項目

NITEのリコール社告情報から、どのような情報項目を利用しているか。(家電事業者等12社の調査結果)



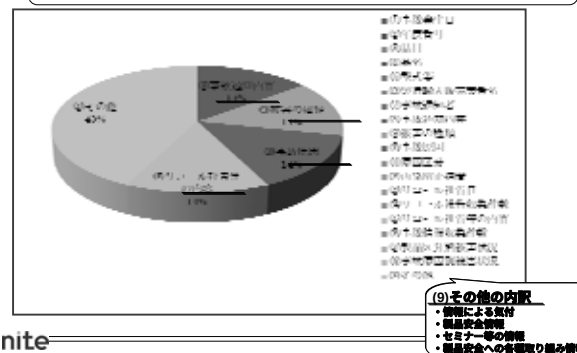
9 NITEのプレス情報から得ている情報項目

NITEのプレス情報から、どのような情報項目を利用しているか。(家電事業者等12社の調査結果)



10 NITEのEメールマガジン情報から得ている情報項目

NITEのEメールマガジン情報から、どのような情報項目を利用しているか。(家電事業者等12社の調査結果)



意見交換会資料

事業者が対応すべき(1)安全設計（リスクの低減方法）、(2)リスクアセスメント導入、(3)社内（相談窓口、設計担当、営業、担当、経営者）の連携、消費者に求められる課題

88

nite

Ⅰ 安全設計（リスクの低減方法）

nite

1 事業者が行うべき安全設計の方法（1）

事業者が行うべき、安全設計については、どのような方法を用いているか。（家電事業者等12社の調査結果）

- FTA、R-Map、リスクアセスメントを使用 → 4
- ・「誤使用を予見したリスク抽出」、「R-Mapによるリスク評価」を基本としたリスクアセスメント導入ガイドラインを作成し、会員企業での活用を図っている。ガイドライン作成に当たっては、「誤使用事故防止ハンドブック」を参考にしている。
 - ・製品安全に特化したFTAやR-Mapの実施
 - ・リスクアセスメントを実施（FTA等を使用）
 - ・FTA、FMEA、リスクアセスメントは部分的に実施他、事業場毎に製品安全の専門家（責任者）を置いて確認
- FTA、FMEAを使用 → 2
- ・過去事例や自社で開発した安全基準に基づく社内基準の設置
 - ・上記基準に基づく適合性確認の実施
 - ・FTA、FMEA等によるリスク評価並びにその対策
 - ・過去事例や各種安全規格・基準等をもとに、社内基準を制定し対応
 - ・FMEA、FTA、実験計画法等々、様々な手法を用いて、より効率的、効果的な実験、検証の実施。・企画段階、開発設計段階、試作、量産試作、量産導入、それぞれの節目において、審査会、認定会等を実施して確認。

90

nite

2 事業者が行うべき安全設計の方法（2）

事業者が行うべき、安全設計については、どのような方法を用いているか。（家電事業者等12社の調査結果）

- リスクアセスメントを使用 → 3
- ・あらゆる側面から製品のリスクを見つげ出すために、科学的手法を用いてリスクを徹底分析してリスクの低減に努めるとともに、部品・材料のライフエント研究などを通して本質的な安全設計の実現に努めます。
 - (1) 技術法規（電安法等）の遵守、IEC規格等国際規格への適合。
 - (2) 過去の事故事例に基づき整備した安全に関する社内基準への適合。
 - (3) リスクアセスメントの実施。
 - (4) その他、ディレーティング等の基本的な安全設計の履行。
 - ・リスクアセスメントとリスク低減を3ステップメソッドに沿い、個別チェック項目毎の検討実施により行う
 - ・公的規格、および社内規格の遵守とリスクアセスメント

91

nite

3 事業者が行うべき安全設計の方法（3）

事業者が行うべき、安全設計については、どのような方法を用いているか。（家電事業者等12社の調査結果）

- 社内基準を使用 → 2
- ・安全規格、社内基準にて設計。各ステップで確認。
 - ・家電製品については共通事項と製品個別毎の社内安全基準を構築し、開発工程のホールドポイント毎に設計・開発部門と品質保証部門とで基準の適合状況を確認している
- その他 → 1
- ・製品安全セミナー等の開催により製品安全に関する手法の紹介や取り組み事例の紹介を行い、安全設計に関する情報の共有化を図っている。

92

nite

4 安全設計に利用しているもの

NITEが提供している情報のうち、安全設計に利用しているものがあるれば、その概要を記入してください。（家電事業者等12社の調査結果）

- ・通関受付情報から、業界に関連する案件を抽出し、業界団体内での情報共有を行っている。
- ・他社同業種での事故事例（発生原因等）
- ・(1) 製品安全・事故情報から、事故事例分析を行い、安全に関する社内基準に反映しています。
- ・(2) 消費生活用製品の誤使用事故防止ハンドブック、ミニポスター等の情報を参考にしており、特に、ミニポスターの事故再現動画は社内の安全教育に活用しています。
- ・他社事例
- ・プレス情報の再現画像
- ・事故情報データベースの事故原因
- ・リコール情報等は適宜参考情報として情報共有を図っている。
- ・自社にとって新規性がある商品の場合、その商品に関連した事故情報を参考としている。
- ・同業他社の事故情報およびリコール社会情を参考にしている
- ・他社の事故情報
- ・プレス情報等を参考にしている。
- ・事故情報、事故事例と原因分析結果、各種製品安全情報等々、ノウハウとして、製品安全チェックリスト等に反映させたり、社内教育等に活用
- ・その他、他社事例に関するの自社対応状況の確認等に活用
- ・なし
- ・特にありません

93

nite

5 ISO/IECガイド51制定

◆1990年 ISO/IECガイド51 (→JIS Z 8051)

人間は高い能力を有するにも関わらず、忘れる・気付かない・勘違いなどのヒューマンエラーから逃れられないこと、また、機械も必ず故障するため、人間に規則を守らせる対応だけでは、安全を確保することに限界がある。
ISOとIECの共同作業によってISO/IECガイド51「安全側面－規格への導入指針」が制定。

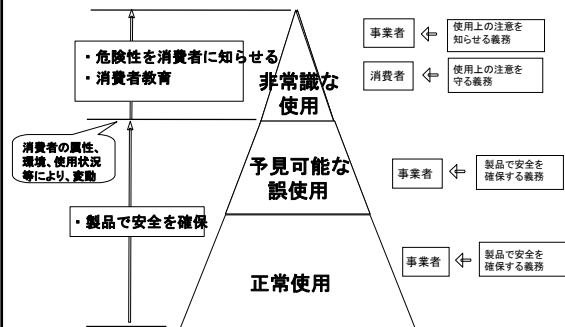


- ・リスクアセスメントの導入
「合理的に予見可能な誤使用」を明確に見積る
- ・階層的規格体系の導入
- ・スリーステップメソッドの導入

94

nite

6 対応すべき主体



95

nite

7 リスク低減の順位

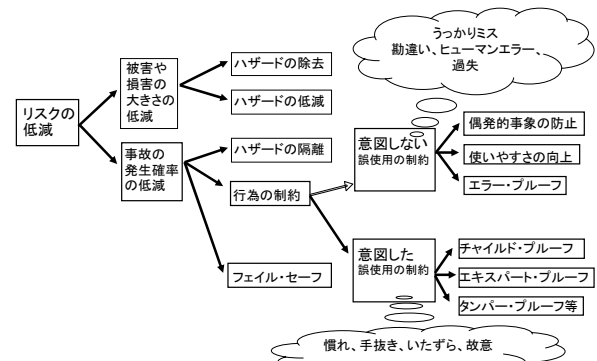
スリーステップ・メソッド

- ① 本質安全設計
 - ・人が手を切る可能性がある鋭利な部分を安全に加工する。
 - ・差し間違えによる危険性が存在する複数のコネクタについて、それぞれの差し込み口の形状を変え、差し間違えが起こらないようにする。
 - ・高温による火傷の可能性がある部位の温度を設計段階から下げる。
 - ・手指が挟まる危険性がある箇所について、ユーザの手指の寸法を考慮した構造に変更する。
- ② 保護装置による安全確保
 - ・高温による火傷の可能性がある部位をユーザが直接触れないようカバーする。
 - ・高速で回転するため手が巻き込まれる危険性がある製品（洗濯機等）について、蓋を閉める等、ユーザがハザードに近づく可能性を除去する手順を踏まないと回転が始まらない設計に変更する。
- ③ 消費者に対する情報による安全確保
 - ①及び②の手段を講じることが困難な場合、又は、講じてもリスクが残る場合に対しては、本体表示、取扱説明書等により、製品のリスクに関する警告や注意の内容及びリスクの回避策を消費者に伝達することとなる。

96

nite

8 リスク低減の方法



97

nite

II リスクアセスメント導入

1 リスクアセスメントを導入しているか

社内にリスクアセスメントを導入しているか。その概要を記入してください。（家電事業者等12社の調査結果）

- ・R-mapを用いたリスクアセスメント
- ・リスクアセスメントを導入済み。事故時の判断としてR-Map。設計段階のリスクアセスメントは、R-Mapも参考にしつつ、ISO/IECの原則・規格。
- ・リスクアセスメントを実施（FTA等を使用）
- ・自社にとって新規性がある商品の場合、R-Mapにてリスクアセスメントを行っている。その際、事故情報データベースを利用。
- ・方法は限定してないが、当社の全事業部にて実施している。
- ・製品全体では無く、特定ユニットで部分的に施行。現在は、主には冷蔵庫やランドリー等の主要製品が主体。
- ・家電製品についてはR-Mapとは若干異なるが、火災や感電など各ハザード毎に危害の程度と発生頻度の基準値を独自に決めて、製品開発時にはFTA分析等により安全レベルの合否判定を実施している
- ・R-Mapをベースとした社独自のアセスメントを実施
- ・事故対応等に関して活用。設計においては、主にFMEA、FTA、実験計画法等々
- ・FTA/FMEA及び新規要素/過去事例等の因子によるリスク低減策。リスクをミニマイズ可能としている社内基準による安全設計。安全基準にない部分や判定がグレーの場合には、R-MAP等を活用してリスク評価。
- ・個社の判断による
- ・無回答

99

nite

2 リスクアセスメントに利用しているもの

NITEが提供している情報のうち、リスクアセスメントに利用しているものがあれば、その概要を記入してください。
(家電事業者等12社の調査結果)

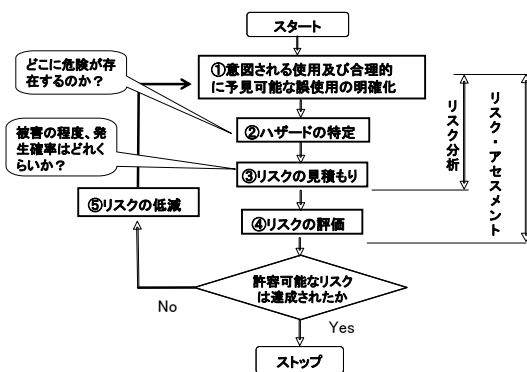
◆7社から回答

- ・事故情報データベース
- ・経年劣化事故分析の取組みのような事例を利用しています(今後大いに活用可)。
- ・事故情報データベース
- ・同業他社の事故情報およびリコール社告情報を参考にしている。
- ・他社の事故情報
- ・社告等の事故事例
- ・個社の判断による

nite

100

3 リスクアセスメント



nite

101

4 リスクアセスメントの実際 (1)

➤発生頻度の考え方

R-Mapにおいては、発生頻度を数値化する。つまり、発生頻度0レベルから1つレベルが上がると、10倍発生確率が上がる。数値では10-1減少することになる。(前スライドでは、発生頻度0を10-5としたもの。

化学工業：10-5 (件/施設・年)
医療機器：10-6 (件/台・年)
自動車：10-7 (件/台・年)
家電：10-8 (件/台・年)
重要保安部品：10-8 以下 (件/個・年)

消費生活用製品(特に、家電製品)は、10-8を基準とする。

➤リスク領域の考え方

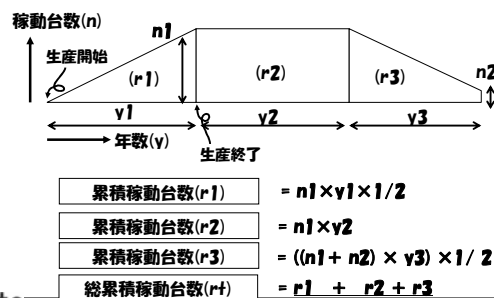
A領域	受け入れられないリスク領域
B領域	危険/耐用基準あるいはコストを含めてリスク低減策の実現性を考慮しながらも、最小限のリスクまで低減すべき領域
C領域	無視できると考えられるリスク領域

nite

102

5 リスクアセスメントの実際 (2)

$$\text{発生頻度 (件/台・年)} = \frac{\text{事故件数 (件)}}{\text{事故発生時総累積稼働台数 (台・年)}}$$



nite

103

6 リスクアセスメントの実際 (3)

洗濯機の指挟み込み

3年間に巻き込まれ事故は11件(5件調査中)報告されており、何れも指への重大な障害を発生させている。2005年度の国勢調査から、約4,900万台の洗濯機が稼働していたことが判っている。(抜粋)

脱水運転中にフタを開けて手を入れ、衣類が指に絡まり右手人差し指を切断した。脱水運転中にふたを開けてもフレーキが動かなかった。	重傷	当該製品の「内ふた」と「中ふた」が無い状態で使用を続けていたこと及びフレーキの異常に気付きながら使用を続けていたことから使用者の誤使用・不注意による事故であると判断した。
洗濯機の脱水槽から洗濯物を取り出そうとしたところ、洗濯物が指に絡まり、右手の中指と薬指を怪傷した。	重傷	被害者の証言により、脱水槽が停止する前に洗濯物を取り出そうと手を入れたため、洗濯物が指に絡まり怪傷をしたものである。なお、当該製品は脱水運転終了後、槽が停止するまでに時間がかかることで、平成16年9月に被害者が修理依頼をしたものの修理を見合わせ、その際サービス員から取り扱い注意の説明を受けており、当該機には注意ラベルが貼付されていた。
洗濯機に子供用の掛け布団を入れ、洗濯している間に、子供が洗濯機に手を入れ、右手人差し指を切断した。	重傷	当該機は、ふたスイッチレバー(運転メッキ銅指型で、ふたをかけた際にフレーキスイッチを動作させる部品)が錆び付いて動かず、フレーキが動かない状態であり、子供が運転中の洗濯機に手を入れたため、洗濯物に指が絡まりかけたものと推定されるが、ふたスイッチレバーが錆びついた原因の特定はできなかった。

nite

104

7 リスクアセスメントの実際 (4)

1. 過去25年間の事故

(1)レベルは、消費生活用製品の一般原則の、10-8とした。

(2)危害の程度

2006年から2008年の2年半の間に報告された、巻き込まれ事故は11件。何れも指への重大な障害を発生させている。⇒ 危害の程度「Ⅲ 重大」

(3)発生頻度

2005年度の国勢調査から、約4,900万台の洗濯機が稼働。

11件 / (4,900万台 × 2.5年) = 2.8×10^{-8} 件/台・年
⇒ 発生頻度「1 まぎらこりえない」
⇒ リスクは、Ⅲ-1-B1

2. 過去10年間の事故

過去10年間で18件(内17件重大)の指巻き込まれ切断事故が報告されていた。

(1)危害の程度

指巻き込まれ切断事故 ⇒ 危害の程度「Ⅲ 重大」

(2)発生頻度

17件 / (4,900万台 × 10年) = 2.2×10^{-8} 件/台・年
⇒ 発生頻度「1 まぎらこりえない」
⇒ リスクは、Ⅲ-1-B1

nite

105

8 リスクアセスメントの実際（５）

洗濯機の指挟み込み事故のリスク

5	(件/台・年) 10-4 超	C	B3	A1	A2	A3
4	10-4 以下 ～10-5	C	B2	B3	A1	A2
3	10-5 以下 ～10-6	C	B1	B2	B3	A1
2	10-6 以下 ～10-7	C	C	B1	B2	B3
1	10-7 以下 ～10-8	C	C	C	C	C
0	10-8 以下	C	C	C	C	C
		0	I	II	III	IV

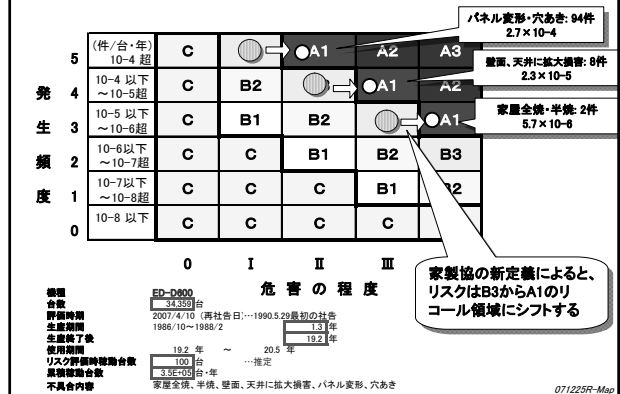
2006年から2.5年間

過去10年間

nite

106

9 電気乾燥機の発煙・発火（１）

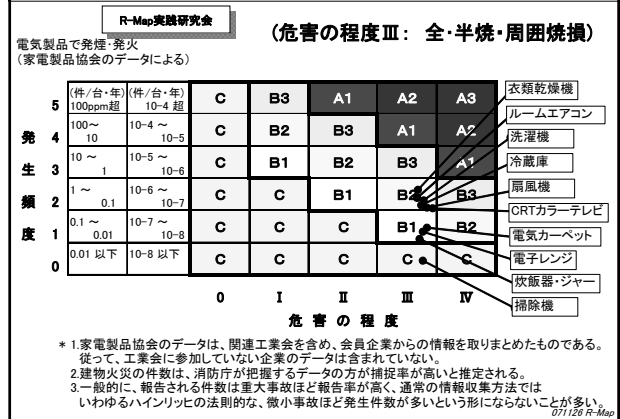


10 電気製品の発煙・発火事故（１）

- 電気製品の発煙・発火事故は、建物火災に留まらず、逃げ遅れ等による死亡事故につながるリスクがある。
- 家電製品の製品事故は、84%(H16年)が発煙・発火関係。
以下は、家製協編「家電製品の安全確保のための基本要件」2007.10,P61による。
IV: 火災(建物焼損)...当該製品からの発火が、柱、壁、天井など
建物に延焼した場合 ← 新設
III: 火災...消防が火災と確認したもの又は当該製品の発火が同製品以外に
被害を及ぼした場合
II: 製品発火/製品焼損
I: 製品発煙...当該製品から発煙があったもので発火にいたらないもの
0: 発煙・発火しない
- 電気乾燥機の社告は、1990年当時としては先取。より厳しくなった現在基準ではA1領域でリコールが妥当。

071225R-Map

11 電気製品の発煙・発火（２）



III 社内（相談窓口、設計担当、営業担当、経営者）の連携

nite

1 設計、営業、経営者に伝えられているか

社内の相談窓口へ寄せられた情報は、設計担当、営業担当、経営者に伝えられていますか。その概要を記入してください。
（家電事業者等12社の調査結果）

- お客様相談窓口と設計部門、品質保証部門との意見交換会の開催重大製品事故情報については即時経営者に報告される（異常情報としての報告）
- 相談窓口へ寄せられた情報は、分析し、通報や月報などで設計、営業部門、また、経営者に伝え、商品企画や品質改善などに有効に活用しています。
- 相談内容に応じて設計・営業・経営者に伝えられる。重大情報については即座に経営者に伝えられる。製品改善に必要な情報については、情報を集計、分析のう設計者に伝えられる
- 事故等の重大な製品不具合に関連した情報、若しくは関連しそうな情報は、即日の内に設計・営業の担当者及び経営者に伝えられる。なお、製品の使用に伴う相談等は設計・営業の担当者等に連絡される。
- 必要な情報は適度、共有しており
- 安全に係る情報は一元化されており、必要に応じて営業担当、経営者に伝えられる。設計で検討が必要な場合は、設計で確認し、社内基準の変更になる場合もある
- 伝えられている。Iシステムにて関係者に必要が伝わる仕組みである。
- 苦情含めて伝達されるシステムがあり、経営者等へは、製品事故に該当するものや大きなリスクに発展する恐れのあるものは都度連絡され、経営トップが出席の委員会を開催し対応している。（2～3回/月開催）設計担当や営業担当へは内容により判断している。
- 重要な案件については、本社から毎日各事業所の管理者へ連絡され、担当者へ展開すべき内容と判断されたものは管理者より別途通知される等、社内規定で定めて運用している
- 定期的に情報を分析し、新製品開発へフィードバック
- 相談窓口情報はデータベース化し、登録者は何時でもアクセス、閲覧できるようにしている。なお、重要な案件は定期的な確認会等で検証している。また、製品の企画・開発段階にて、このデータをリスト化して活用
- 製品の判断による

111

2 組織の対応（1）

製品事故を防止するためには、経営トップが「消費者の生命・身体に対する危害の防止は最も基本的かつ重要な課題」であることを強く認識する。

- (1)経営者は組織全体の製品安全に対する姿勢を明確に示すこと
理念・哲学が、組織の文化・風土として定着するよう努める。
- (2)事故に関わる情報が組織全体に適切に受け入れられること
・消費者、行政機関等組織外にも適切に伝達・告知し、製品の安全性向上に誠実かつ前向きに対応しうる体制・環境を整備する。
- ・犯人探しのように責任を問うのではなく、あくまでも事故の原因分析・改善を優先し、失敗の知識はむしろ貴重な財産として組織内外で共有・伝承される環境。
- ・情報の管理や取り扱い、監査などの責任の所在を明確化。
- (3)製品事故防止に向けた対応が円滑に行われること
社員教育・研修等を積極的に行うと共に、安全に関わる情報が社員間、部門間の的確かつ誤解のないコミュニケーションにより共有される環境を整備。

112

nite

3 組織の対応（2）

最近の事業者の先進的な取り組みには次のような事例がある。

- 正社員、非常勤、人材派遣など、会社の中で立場が違っても同じ仲間として業務を行う体制を築く。社員は大事という意識。
- 消費者相談窓口に入った情報は、設計・開発に伝えられる。そして、経営者とは直結。
- クレーマーと思っはいけない。まず、話を聴く姿勢が必要。大事な使用者の意見として製品の改善に結びつける。
- 製品の設計・開発段階でリスクアセスメントを行う体制を導入する。その時の技術文書は永久保存する。
- 事業者が経験した製品事故、不具合等の問題は風化させない。世代が代わっても永遠に受け継がれる体制。
- 経営者はマスメディアトレーニングを受ける。

113

nite

討論テーマ D

ポリシー・イノベーション概念の検証 — リチウムイオン2次電池の事例を含めて —

コーディネーター： 山田 一仁（お茶の水女子大学）
須藤 繁（国際開発センター）
西 美緒
永井 愛作

近年、日本においてイノベーションに関する議論が盛んに行われているが、プロセス・イノベーションやプロダクト・イノベーションといった技術的視点から論じられることが多い。しかしながら、80年代に始まり90年代を経て現在に至るここ30年の日本の停滞は、これらのイノベーションの成否が主たる要因であるというよりは、経営現場におけるイノベーション、すなわちポリシー・イノベーションが果たされていないことに因るところが大きい。

そこで、多様な産業分野の企業の事業展開におけるイノベーション事例を個々に取り上げながら、ポリシー・イノベーションを含むイノベーションという概念の整理や各々のイノベーション同士の関連性を再検証するとともに、これら概念の様々な分野への応用を試み、付加価値を生み出すイノベーションを導くための秘訣や課題を明らかにすべく討論を試みる。

特別講演会で語られるリチウムイオン2次電池に関する事例についても合わせて論議する。

「イノベーションが導く事業展開に関する事例研究」
—ポリシー・イノベーションが拓く、循環機能提供型ビジネス実現への道—

山 田 一 仁 明治大学大学院 政治経済学研究科 (院生)

増 田 優 お茶の水女子大学大学院教授 ライフワールド・ウオッチセンター長

報告の要旨

近年、機能性化学産業分野や部材産業分野に属する企業の中から、独自の技術体系を基盤として新たなビジネスモデルを提起して、有数のシェアを有し、高付加価値化を実現する企業が現れている。これらの企業の一つとして機能性化学製品の循環分野において市場で有数のシェアを有する中堅企業 C 社が挙げられる。

C 社は機能性化学製品の廃溶剤の再資源化分野において、一般的な廃棄物処理に止まらず、廃溶剤の「高製品化」を経営の方針に掲げた結果、現在では特定の分野において高度な精製分離技術を有するに至り、市場における優位性を確立した。

次に C 社は精製分離技術の向上を続ける中で、新たに廃溶剤を「回収」という経営の方針を打ち立てた。C 社は「回収」技術の創出と向上を続けた結果、排水から廃溶剤を回収する技術、さらには排気から廃溶剤を回収する技術を確立して、回収装置を開発して事業化を実現した。

さらに C 社は「高製品化」と「回収」を統合して新たに「循環」という経営の方針を打ち立て、廃溶剤を回収し、新品と同水準、或いはより高純度の製品に高製品化して、再度、顧客に返すという循環ビジネスモデルを実現した。このビジネスモデルは当該市場における圧倒的なシェアを獲得しつつあると同時に、市場における規範的モデルになりつつあり、現在 C 社はさらなる発展が見込まれる状況にある。

本報告では、C 社の事業展開を例にして、イノベーションの役割について論じる。

1. 事業展開1 -高製品化-

C 社は溶剤の高製品化を目的として 1966 年に設立した中堅企業である。設立当初 C 社は資源の有限性に着目し、これを打破すべく新品よりも純度の高い製品へと高製品化するという経営の方針を打ち立てた。

この「高製品化」という経営の方針を実現すべく新品よりも純度の高い製品を得るための方策として、分離精製技術の向上が図られることとなった。中でも特に蒸留分離技術をコア技術として廃溶剤の再製品化をおこなった。創業当初の取引先の分野は、主に医薬品分野や農薬分野であった。C 社は廃溶剤を自社プラントで精製して再製品化し顧客に販売することを主たる業としてきたが、1993 年に再資源化装置の開発に成功し、これを機に装置販売も始めることとなった。

その後も C 社では蒸留技術を中心に分離精製技術の高度化が進められ、やがて廃溶剤を新品以上に純度の高い製品に精製できる技術を有するに至った。これにより従来取り扱っていた分野だけでなく、より高純度が求められる高付加価値な分野へと対応することが可能となった。その結果、C 社の取り扱う製品分野は従来の医薬品分野、農薬分野から、電子機器、液晶、リチウムイオン二次電池などの分野に拡大した。

廃溶剤を新品以上に純度の高い製品に精製することができる技術力を持つということは、新品を蒸留してさらに純度の高い製品を精製することが可能であるということの意味する。この蓄積された分離精製技術を基盤として、新品を原料にしたうえで、さらに精製をしてより高い純度の製品に高製品化し、顧客に販売するというビジネスモデルを生み出した。つまり C 社は廃溶剤を再製品化するというビジネスモデルに加えて、新品を精製してより純度の高い製品を創り出すという新たなビジネスモデルを実現したのである。

2. 事業展開2 -回収-

C社は高製品化事業における分離精製技術の向上を図る中で、分離精製工程で排出された残差から、さらに分離精製を行う技術を生み出した。

この技術は、残差の中に低い割合で存在する物質を取り出すという側面から捉えると、「回収」技術でもあった。さらに、この分離精製技術は「回収」という側面も有しているということに着目し、C社は社会の自然環境への意識の高まりを捉えて、廃溶剤を高い比率で回収し、自然環境への排出を無くすという新たな経営方針を打ち立てた。

この「回収」という原則を実現するための方策として廃溶剤回収技術の向上が図られることとなる。より具体的には、先ず廃水に溶け込んだ廃溶剤を高い比率で回収する廃溶剤回収プロセスが開発され、それを装置という形にして販売する事業を展開した。その後、C社は排水に溶け込んだ廃溶剤だけでなく、気化して大気中に排出される廃溶剤に着目し、大気中から廃溶剤を回収することを実現するための技術の開発が図った。これにより新たに排気から廃溶剤を回収するプロセスが開発され、排気溶剤回収装置という形で販売する事業を開始した。

これらの結果、C社は水系、気系という2つの分野における廃溶剤回収事業を確立した。

3. 事業展開3 -循環-

C社は自社が掲げてきた2つの経営における原則、即ち「高製品化」と「回収」を統合して新たに「循環」という経営における原則を打ち立てた。これを基に高製品化事業と回収事業を組み合わせることで、顧客が排出する廃溶剤を回収し、自社で再製品化して、再び顧客に新品と同等、或いはより純度の高い製品として返すという循環ビジネスモデルを新たに創出した。このビジネスモデルは、特定の市場において、革新的な競争力を実現し、当該市場における圧倒的なシェアを獲得しつつある。

一例を挙げれば、特定の分野ではこの原則に基づくビジネスモデルを用いることで、顧客が使用する溶剤のロス、全体の2パーセントに抑えることができる。産業廃棄物の量を大幅に減らすことが出来た。しかし、その意味はこれにとどまらない。この溶剤が利用される市場は急拡大を続けており、今後も相当期間、成長することが予測されるため、この溶剤の供給不足が起きることが強く懸念されている。再製品化された溶剤の純度は新品よりも高く、価格についても新品同様の水準で提供することが可能であることから、供給不足という制約の克服に資することが期待される。

この圧倒的な競争力を有するビジネスモデルは、現在、当該市場でデファクト的に普遍的かつ標準的なビジネスモデルとなりつつあり、これは、ビジネスのしくみという規範を市場に創り出していると捉えることが可能である。

即ち、従来は、「新品の溶剤を購入し、使用して、廃棄する」という販売消費モデルが市場のスタンダードモデルであったのに対し、C社が生み出したビジネスモデルの普及が進むに伴い、「溶剤を使用後に回収、再製品化し、再び使用し、不足分だけを購入する」という新たなモデルが、市場のスタンダードモデルへと変化する道が開かれつつある。これは、まさしく市場の変革であり、社会の新しい規範の創造である。

4. イノベーション概念を用いた考察

C社が高製品化事業、回収事業、循環事業それぞれにおいて、どのようなイノベーションを起こしているか比較してみると、3つの事業に共通して以下の一連の流れがある。

まず経営の方針を打ち立てることで経営の革新、即ちポリシー・イノベーションを起こし、この経営における原則を実現するべく構築された方策をもとに、蒸留プロセスや回収プロセスの開発によって工程の変革、即ちプロセス・イノベーションを実現するとともに、新たな製品分野の開拓、即ちプロダクト・イノベーションが起こされているという流れである。つまり、経営の現場がポリシー・イノベーションを先導的に行うことで、工場現場でのプロセス・イノベーションや営業現場でのプロダクト・イノベーションが引き起こされているという構図が見えてくる。

C社は現在、いくつかの市場で先導的な立場を獲得しつつあり、この優位な立場を活用して、さ

らなる成長・発展が見込まれる状況となっている。この状況の創出にはプロセス・イノベーションやプロダクト・イノベーションが実践的に大きな役割を担っていることは論を待たないが、これら実践現場におけるイノベーションを先導したポリシー・イノベーションが果たした役割は大きいといえる。

さらに注目すべき点は、C社の活動が製品販売消費モデルに代わる新たな機能提供循環モデルを定着させつつあるということである。これは市場における、或いはより広く社会の哲理を変革することにも繋がりを展開である。市場の哲理を自ら変革するということは、市場において圧倒的に優位な立場の確立につながる可能性を秘めている。



図1 イノベーションの形態

5. おわりに

C社では、自社が進むべき道としての原則を打ち立て、これを実現するための方策を設定するといったポリシー・イノベーションを経営の現場が行った。そのもとで工場などの現場はプロセス・イノベーションを行い、営業の現場はプロダクト・イノベーションを行ってきた。これらイノベーションの形態を図1に表した。これら各現場におけるイノベーションの実現はC社が現在獲得しつつある高い競争力に繋がっていると考えられる。

さらにC社によるポリシー・イノベーションは、市場、さらにはより広範な社会の哲理の変革に繋がりが得る状況を生み出している。これの実現は自社により大きな付加価値を与えるだけでなく、社会に新たな規範を生み出し、社会の哲理を変革することにも繋がる可能性を秘めている。

「イノベーションが導く事業展開に関する事例研究」

—米国石油精製業におけるバレロ・エナジーの事例—

須藤 繁 (一財) 国際開発センター エネルギー・環境室 研究顧問

増田 優 お茶の水女子大学大学院教授 ライフワールド・センター長

報告の要旨

世界最大の石油消費国である米国石油市場においては、様々な石油企業が消長を繰り返して来た。その中で、1990 年代以後、急速に成長した石油会社の中にバレロ・エナジーがある。同社は、原油処理という通常の精製会社のやり方を変え、重油処理という方針を立てた結果、原油よりも処理が難しい常圧残渣油を主として扱うこととなった。その中で競合他社よりも高度な精製技術を取得・蓄積し、競合他社に対する優位性を確立した。

次に、バレロは同技術を基礎にして常圧蒸留装置を有する精製会社として通常操業を展開するというポリシーを立て、メジャー (大手石油会社) が石油需要の停滞・環境規制の強化を背景に精製資産の削減戦略に出た環境の中で、M & A 戦略を展開した。バレロはこうした経営革新 (ポリシーイノベーション) を進展する過程で、1980 年代には工程革新 (プロセスイノベーション) を基礎に技術を蓄積し、技術力を活用した操業上の優位により、結果として全米第一の精製会社の地位を得た。輸送用燃料供給者としてのバレロにとって、今日バイオ燃料事業は重要な事業機会の一つであり、バイオ燃料の積極的導入に動いている。

なお、本報告では、同社の事業展開において経営革新が果たした役割を考察するが、本論においては「イノベーション」を通常用いられる「技術革新」の意味のみならず、工程革新 (プロセスイノベーション)、製品革新 (プロダクトイノベーション) に裏打ちされた「経営革新 (ポリシーイノベーション)」として位置づけ、論を進めた。

1. バレロが導入した初期戦略の特徴

バレロ社 (Valero Energy Corporation, 以下、バレロという) の出発は、1980 年 Coastal States Gas 社天然ガス部門からの分離独立である。独立後、バレロは 1981 年セイバー・エナジー (Saber Energy) の株式の 50% を取得した。同社は後にバレロの主力製油所となるコーパスクリスティー製油所 (テキサス州) の前身の製油所を保有していた。

コーパスクリスティー製油所を増強後、1983 年セイバー社は操業を再開した。1984 年バレロは、セイバー・エナジーを 100% 買収し、Valero Refining and Marketing とした。この時点でバレロは、テキサス州に 1 製油所を持つ地場の精製会社の一つに過ぎなかった。

買収に際し、バレロは流動式接触分解 (FCC) 装置¹、水素化分解装置²、連続式触媒再生 (CCR) 改質装置³、MTBE 製造装置⁴の増強を行い、同製油所は世界で最も高度化された製油所の一つになった。この時期、バレロの戦略で特徴的なことは、残渣油⁵の精製に特化した装置構成を世界で初めて導入したことであり、これにより残渣油をガソリン、ナフサ、ディーゼル油に転換する独自戦略を展開し、競合他社に先駆けて、重油分解技術に関するノウハウを蓄積した。

¹ 流動床の触媒を用いて主に減圧軽油を分解して高オクタン価ガソリンを生産する装置。Fluid Catalytic Cracking Unit

² 水素気流中で高沸点炭化水素を分解し、より軽質な炭化水素に転化する装置。Hydrocracking Unit

³ 移動床反応器を用いて触媒を連続的に反応器から取り出し再生器に循環して再生できるようにした改質装置 (Continuous Catalyst Regeneration)。芳香族分を増やし高オクタン価ガソリンの生産を目的。

⁴ アルキル鉛に代るオクタン価向上剤の一つとして利用。含酸素基材であるため CO や HC 対策上も有用とされた。Methyl tert-Butyl Ether

⁵ 原油など沸点の異なる物質の混合物をその沸点差を利用して一定の沸点範囲をもつ留分に分ける操作を蒸留というが、蒸留工程で留出した分を留出油、残存した分を残渣油という。蒸留操作を常圧下で加熱 (300～360℃) した場合、残存した分を常圧残渣油という。

いうまでもなく、他社は原油処理を行い、一定量得られる残渣油は重油の混合基材として利用していた（スライド1：「石油精製工程の一例」）。

バレロ事業の1980年代～90年代前半における最大の特徴は、残渣油処理割合が極めて大きいことである（スライド2：「バレロ処理量における残渣油の割合」）。1997年の製油所買収戦略に転じ、原油処理方式に切り換えるまで、残渣油の処理割合は75～84%と大きかった。この変動幅は原油処理割合の変動に対応する。バレロの経営戦略の変遷における主要トピックスは、スライド3のとおりである。この内、精製能力の推移を中心にまとめるものがスライド4である。

2. 重油分解プロセスの優位性

重油分解プロセスに関連し、バレロ戦略のコスト的優位性を油種間価格差（軽質油と重質油の価格差）の点から考察する。重油分解の経済性は、精製コストがかかっても、投入コスト以上の付加価値を生むか否かにかかっている。残渣油マージンが低いとき、これを販売せず、より軽質な製品に転換することがバレロ戦略の基本であるが、1989～93年、2003～07年等、マージン格差が拡大した時期はバレロが最も業績を上げた時期に重なる。

事業報告書で公表されている1995年から2008年までの操業コストと精製マージンに関して操業コストに対する精製マージンの比率を試算すると、同期間においては2001年、2004～2007年が操業コストの2倍以上の精製マージンが確保された（スライド5：「バレロの精製マージンと操業コスト」）。常圧残渣油は減圧軽油に比べ、スチーム使用量は5倍、所要触媒量は2倍と多く、そのことは残渣油分解プロセスがコスト高であることを示している（スライド6：製品収率とユーティリティ使用量）。そのコスト高は原料コストと生産品収率の差によって解消されない限り、バレロの戦略目標は達成されない。

1997年のM&A戦略に転じる以前は、残渣油処理を中心とする操業形態であった。1994年为例にとれば、コーパスクリスティー製油所は主として、高硫黄常圧残渣油を処理するようにデザインされており、常圧残渣油の処理が中心であったが、残渣油供給の内、36,000万B/Dはサウジアラビアとの長期契約により輸入された。これは、残渣油必要量（約80,000B/D）の約45%に相当し、残りは韓国（契約量11,000B/D）、他国との短期契約により調達された。それらの原料油を処理して、同製油所は、ガソリン、ガソリン混合基材、留出燃料油を生産した。1994年の生産品の合計は、14,600B/Dで、その内、85%がガソリン関連品、15%が留出燃料油（ディーゼル軽油、ジェット燃料油）であった（スライド7：「バレロの処理原料油と生産品の構成」）。

3. 資産買収戦略への転換

残渣油処理という戦略は、残渣油価格が原油価格に比べて低廉であることが必要条件である。したがって、残渣油価格の上昇により残渣油価格と原油価格の価格者が縮小し、また残渣油の安定的な量的確保が困難になったことはバレロの授業基盤を揺るがしたことは想像に難くない。

1990年代は、重質油と軽質油の価格差が縮小したため重質油需要が高まり、また他社による残渣油分解設備の建設増加により、原油あるいは軽質油と残渣油の価格差が縮小したことから、精製マージンが徐々に縮小したこともバレロの収益基盤を脅かした。

1996年当時バレロの精製能力は25万B/Dしかなかったため、バレロは規模の経済の効用を享受できず、優良精製資産の買収により規模の拡大を図ることにより事態を打開することを決めた。まず、1997年フィbro所有の3製油所の買収によりバレロの精製能力は60万B/Dを超える規模になった。しかしながらこれらの製油所の買収により、バレロの負債比率は50%に達したため、同社はガス部門の売却を決定した。

バレロの処理原料油は残渣油の比率が大きい、蓄積した技術が高い残渣油処理を可能にしている。1996年12月にインタビューした幹部は、精製事業効率の改善が何よりも重要であることを強調した。その際、同幹部は、定期修理の影響を、定期修理間の期間の延長（水素化分解

装置は3年。硫黄回収装置は14～15カ月)、触媒交換期間の短縮(18日間)等により最小化していると説明した。

さらに定期修理中の設備の停止期間を、事前準備を周到に行い必要な部品などを事前発注して手当てしておく等の手順を固めて置くことにより、短縮していると説明した。石油精製業等、装置産業の操業上の要諦は通常の操業の継続にあり、操業効率化の工夫の積み上げにある。

4. バレロ戦略にみるポリシーイノベーションの意義

バレロは、1980年代、経営革新(ポリシーイノベーション)で原油処理に変えて残渣油処理を行うことを決めた。その結果、重油分解技術を蓄積し、精製技術革新(工程革新、プロセスイノベーション)をリードし、高収益操業のモデルを確立した。

製品革新(プロダクトイノベーション)としては、工程革新の結果、生産製品性状の改良という副次効果を獲得した。軽質油の増産は、1990年代の軽質・重質製品の価格差拡大化の状況では、収益の増加をもたらした。これが第一次経営革新(ポリシーイノベーション)として括られる1980年代の経営方針の変革である。

しかし、常圧残渣油精製特化戦略の採用のみではバレロは中堅の独立系企業でしかなかった。1990年代バレロの経営陣は、第2の戦略転換を伴う経営革新を迫られた。

その理由は石油会社にとって残渣油の確保には自ずと限界があるからである。精製会社には重油を供給する顧客があり、常圧残渣油の全てが余剰である訳ではない。バレロにとっては、一定量の残渣油の恒常的確保は必要になった。この常圧残渣油の供給は、サウジアラビアと韓国に依存することによりはじめて可能となった。

こうした新たな状況を背景に1990年代初、バレロは原油を処理しない会社から、規模の拡大を志向すると同時に、トータルな石油会社になるという方向を志向した。これは追い込まれた結果の吸収合併路線の採用というよりは、積極的な吸収合併戦略の採用により活路を開こうとした性格が強い。1997年6月に筆者がインタビューした幹部は、バレロの戦略を先制防御(Proactive defense)という言葉で説明した。

バレロは、常圧蒸留装置を保有しないという独特なポリシーを打ち立て、残渣油分解・処理の実績を積むことで精製会社としての技術基盤を確立した。そして次に、同技術を基礎にして常圧蒸留装置を持った精製会社として通常操業を展開するというポリシーを立て、メジャーが精製資産の削減戦略に出た環境の中でM&A戦略を展開した。バレロはこうしてポリシーイノベーションを進展させながら、1980年代にはまず工程革新(プロセスイノベーション)により技術を蓄積し、次いでその力を基礎に合併・吸収により規模の拡大を獲得した。バレロはこれにより全米で全国版企業になり、2005年全米第一の精製会社になった。バレロは、第一次ポリシーイノベーション(常圧蒸留装置を持たない石油会社の実現)に約10年、第二次ポリシーイノベーション(M&A戦略の展開)に約10年を要した後、現在は、石油精製基盤の強化を図りつつ、バイオ燃料の導入を進めている。自動車燃料供給者のバレロにとって、エタノール供給を初めとするバイオ燃料供給は重要な事業機会の一つである。

おわりに

1990年代は、コーパスクリスティー製油所を有するのみであったバレロは、卓越した技術力を背景に業績を上げ、さらに1990年代後半に導入した資産買収戦略を2000年以後さらに加速し、2005年のプレミアムコア買収により、全米最大の精製会社になった。そこには、技術の集積に裏打ちされた適切な経営哲学の存在が伺える。1990年代半ば以後、バレロ社が急成長できた要因は、残渣油精製という高度精製技術利用による高付加価値製品特化戦略を基礎に、1997年に資産買収戦略に転換し、それに成功したことであるが、その事業展開過程で、ポリシーイノベーションの果たした役割は大きい。

3. バレロ経営戦略の変遷

時点	トピックス
1997年3月18日	ベシス社を買収し、テキサス州とルイジアナ州に3つの製油所（テキサス・シティ製油所、ヒューストン製油所、クロツ・スプリング製油所）を新たに所有。Valero Energy社のガス事業部門を売却し、Valero Refining and Marketing は独立して、Valero Energy社を継承。
1998年5月21日	モービル社より、ニュージャージー州ポールスポロー製油所を買収、東海岸市場に進出。
2000年5月15日	エクソン・モービル社より、カリフォルニア州ベニシア製油所を買収、西海岸市場に進出。
2001年12月31日	UDS（ウルトラマー・ダイヤモンドシャムロック）社買収。
2005年9月1日	プレムコア社を買収。全米最大の精製会社に（17製油所、処理能力326万BPSD）。
2009年2月	Vera Sun Energy よりエタノール生産工場を買収。12月3エタノール工場を買収。計10エタノール生産工場（総能力年産1,110百万ガロン）を保有。

4. バレロの製油所能力の推移

製油所名	所在地	残渣油処理の時代			M&Aの時代										エタノールビジネス参入		
		81年セイバ社より50%権益取得。84年100%取得。			97年ベシス社買収。02年UDS買収。05年プレムコア買収。→05年全米最大の精製会社。										08年以後、製油所資産縮小。エタノールビジネス展開		
		1984	1991	1994	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009		
ユバ・ス・クリスティー	テキサス	70	99	146	190	215	225	340	340	340	340	340	315	315	315		
テキサス・シティ	テキサス				180	200	210	240	243	243	250	245	245	245	245		
ヒューストン	テキサス				115	120	115	135	135	135	135	130	145	145	145		
クロツ・スプリング	ルイジアナ				80	85	65	85	85	85	85	85	85	-	-		
スリー・リバー	テキサス							98	98	98	98	100	100	100	100		
ポーター・ラー	テキサス											295	310	310	310		
セント・チャールズ	ルイジアナ									215	245	250	250	250	250		
アルバー	アルバー											285	275	275	235	235	
メキシコ湾岸		70	99	146	565	620	615	898	901	1,116	1,438	1,720	1,725	1,600	1,600		
ポール・ス・ロー	ニュージャージー					165	185	195	195	195	195	195	195	185	185		
デラウェア・シティ	デラウェア											210	210	210	-		
カベック・シティ	カベック、カナダ							205	215	215	215	215	215	235	235		
北西部						165	185	400	410	410	410	620	620	630	420		
メンフィス	テネシー											195	195	195	195		
マッキー	テキサス							170	170	170	170	170	170	170	170		
リマ	オハイオ											160	?	?	?		
アードモア	オクラホマ							85	85	85	85	90	90	90	90		
デンバー	コロラド							27	27	30	30	?	?	?	?		
中西部								282	282	285	285	615	455	455	455		
ヘニシア	カリフォルニア						165	180	180	175	185	170	170	170	170		
ウィルミントン	カリフォルニア							140	140	140	140	135	135	135	135		
西海岸							165	320	320	315	325	305	305	305	305		
原料油処理能力計（千BPSD）		70	99	146	565	785	965	1,900	1,913	2,126	2,458	3,260	3,105	2,990	2,780		
内、原油処理能力（千BPSD）		30	30	30	na	528	723	1,526	1,500	1,700	2,000	2,800	2,700	2,600	2,400		
原料油処理実績（千B/D）		na	82	146	417	712	857	1,001	1,595	1,835	2,162	2,488	2,811	2,607	2,477		
残渣油処理割合（%）		na	77	81	43	31	29	27	21	21	22	22	25	25	27		
エタノールプラント（百万ガロン/年）															1,110		

出所：バレロ社年次報告書（SEC Form 10-K）各年版より筆者作成。1984年と1991、94年（原油処理能力）は筆者推定。

注：「メキシコ湾岸」「北西部」「中西部」「西海岸」の区分は、年次報告書におけるバレロ社区分による。

化学生物総合管理学会・社会技術革新学会
春季討論集会(2011)予稿集

=====

発行者 特定非営利活動法人化学生物総合管理学会
社会技術革新学会

発行日 2011 年 3 月 8 日 (火)

編 集 (共同編集)

特定非営利活動法人化学生物総合管理学会事務局

cb-jim2@cbims.net <http://www.cbims.net/>

社会技術革新学会事務局

jim-2@s-innovation.org <http://www.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・ウォッチセンター内

TEL 03-5978-5096 FAX 03-5978-5096

=====

本資料の一部または全部を、主催学会又は原著者に無断で複製、複写または転載することをお断りいたします。

