

平成 14 年 9 月修了

修士学位論文

環境循環型社会の構築

～ 起業に於けるリスクヘッジとしての複数事業の遂行～

Construction of ecologically cyclic society

平成 14 年 8 月 21 日

高知工科大学大学院 工学研究科基盤工学専攻 起業家コース

学籍番号 1047003

名田 淳

Atsushi Nada

目次

第1章 序章 P1

第2章 深層水に含まれる微量金属イオンの利用技術の確立 P3

2-1 海洋深層水とは

2-2 深層水の微量金属イオンと生体必須金属イオンとの相関性

2-3 生体必須微量金属イオンと金属酵素への影響

第3章 森林再生事業の問題 P28

3-1 森林の現状

3-2 森林事業の問題点

3-3 森林再生事業

第4章 起業に於けるリスクヘッジ P46

4-1 複数事業の遂行

4-2 企業のリスク・マネジメント

4-3 企業戦略ポートフォリオ

第5章 総括 P64

参考引用文献 P65

第1章

序章

筆者は、米国の大学を卒業した後、高知県の卸商社に就職した。筆者は、もともと高知県の資源を用いて日本のみならず世界に高知県を発信したいと考えていた。高知県は利用をすればよい商材となる資源が豊富にあると思うのだが、前は太平洋、後ろは四国山脈という県外との交流が困難な土地柄であった為に独自の商業文化を持っている。高知県の中では強いが県外に出ると弱小の県民性を持つ。しかし、筆者が就職をした企業は、中小企業でありながらも、当時専務であった現在の社長は非常に前向きな意見をもっておられた。高知県を変えたいという意見は筆者も同じであった。しかし、いざ就職をしてみると社歴が60年を超える企業である為に、現在に適合しない商売システムであった。社長は色々やりたくても、社員には新しいことにチャレンジする意思が無かった。

中小企業にとってスピードが最も大切であるにもかかわらず、長い時間をかけて会議を行い、結局何も決まらないという悪循環が生まれていた。結局、いくつかのビジネスチャンスを見逃し、現在は売上が落ち込んでいる状態である。

筆者は、新しいことを提案しても是か非か決まらない状態では、まったく進歩がないと考え、約3年で退社をした。しかし、高知を世界にという気持はあった。そのとき、高知工科大学起業家コースの存在を知った。自分で会社を起こせばいいと考えたが、筆者には起業できるまでの技術がなかった。当時、高知県に生まれた新しい天然資源として、海洋深層水があった。海洋深層水はまだブームになる前の段階であったが、海洋深層水を利用して何かを開発したいという考えを筆者は持っていた。土曜日曜は起業家コースの講義があるが、平日はどうするか悩んでいたが、私が起業家コースに入学する時期と同じく、高知工科大学物質環境システム工学科に寄附講座として河野雅弘教授が来られた。知人から、河野教授は「水の専門家である」と聞いていたので、知人に河野教授を紹介してもらい、平日は河野教授の研究室で、海洋深層水の研究を行った。そして土日は、起業家コースで起業家精神や経営に関する様々な講義で勉強をした。その結果、海洋深層水研究においては、平成13年第79回春季化学会年会（演題：深層水の生物学的な特性研究～活性酸素生成機構～）公演番号3F427及び平成13年第80回秋季化学会年会（演題：海洋深層水の生体機能への影響）公演番号3BC-01において、学会で研究成果を発表した。この研究を行っている間に、金属イオン分析や、金属イオンの味への影響などの技術の習得ができた。そして、太平洋の天然資源である海洋深層水だけではなく、四国山脈の天然資源である木材からの

抽出オイルには非常に面白い機能がある事を知る。これらの技術や知識を基に、平成 13 年 11 月 16 日に有限会社 GREEN を設立した。この会社を設立するまでは、筆者の主査である起業家コース馬場教授をはじめ、コース長である加納教授、そして起業家コースの非常に実践的な講義のおかげで、会社の設立の仕方もわからなかった筆者が会社を設立した。

筆者自身、会社設立の方法も知らず、そして何も技術の無いところからのスタートであった。会社経営はまだまだであるが、この修士論文が今後出てくるであろう起業家精神をもった方々のお役に少しでも立てれば非常に嬉しい。

最後に簡単ではあるが、筆者の研究にご協力を頂いた、多くの企業や個人の方々に謝辞を述べたい。筆者の研究にあたり、本当に多くのご協力を賜りましたことを心より感謝を致します。

第 2 章

深層水に含まれる微量金属イオンの利用技術の確立

2-1 海洋深層水とは

海洋深層水の定義は、水深 200m以深の存在する海水を「海洋深層水」である。高知県における「室戸海洋深層水」は、室戸沖約 2,500m ~ 3,000m、水深約 320m ~ 370mから汲み上げる海水を便宜的に「室戸海洋深層水」と呼んでいる。海洋深層水には、3つの大きな特徴がある。

特徴	
富栄養性	室戸岬沿岸の表層水と比較して 10 ~ 30 倍の濃度の窒素、リン、ケイ酸などの無機栄養塩に含んでいる。
低温安定性	取水口付近の水温は、年間を通して約 9.5 で安定している。汲み上げた段階で、11 ~ 12 。室戸岬沿岸の表層水温度は、16 ~ 28 の範囲で季節変動している。
清浄性	陸水由来の大腸菌や一般細菌の数が表層水と比べて 1/100 ~ 1/1000 程度である。

Fig2-1-1 海洋深層水の特徴

海水全体の特徴として考えられるのが金属イオンである。海洋深層水利用には海水中に含まれる、生体に必須の主要金属イオンである Na, Mg, K, Ca, と微量金属イオンの Fe, Cu, Mn, Zn, Se, Cr などの生体作用を検証することが必要であると考えられる。

海洋深層水研究は、日本では平成元年に高知県で初めて開始された。当初は、海洋深層水の取水は高知県のみに限られていた。そのため、深層水を使って開発された商品は、高知県の企業や高知県に進出した企業のみ販売ができた。しかし、近年では富山県や沖縄県をはじめとする、他の地方自治体が取水を開始し始めた。今後、数年間で日本国中において10を超える自治体が取水をはじめるとの予定である。しかし海洋深層水については、科学的に機能を検証されていないことが多く、事業化への取り組みに積極的な研究開発が不可欠である。このような状況で「室戸海洋深層水」のブランド化、そして日本で取水を開始する各自治体の海洋深層水事業を成功させる為にも、海洋深層水の科学的検証を急ぐ必要があると言える。



Fig 2-1-2 現在海洋深層水を取水している自治体

最初に、海洋深層水を研究し、事業化を図る目的で海洋深層水を原料とした商品の現状を把握し、どのような科学的な検証が求められているかを調査した。そして、すでに商品化されている商品について Fig 2-1-3 で示した。

1. 海洋深層水利用分野と商品群

商品	商品群
海洋深層水商品分野	
食品分野	飲料水（ミネラル飲料・酒類）、豆腐、醤油、塩、にがり、アイスクリーム、など
生活用品分野	化粧品、ウェットティッシュ、石鹸類（シャンプー・リンス）など
農業分野	カイワレ大根、トマトの水耕栽培
医療分野	アトピー性皮膚炎治療

海洋深層水原料の商品

Fig 2-1-3 に示した商品群の殆どが、海洋深層水の特徴である清浄性と海洋深層水中に含まれる微量金属イオンに関係している。しかし、海洋深層水中に含まれる金属イオンが商品がもつ特性とどのように関係していて、どのようにして作用しているのかは解明できていない。

風評としては、海洋深層水は海洋深層水中には「多くの微量金属イオン」が含まれており、「体に良い」と称されている。しかし、文献調査によると微量金属イオンの生体作用については明らかにされていない。そこで、筆者は、海洋深層水中にある微量金属イオンの生体への影響を研究した。

2-2 深層水の微量金属イオンと生体必須金属イオンとの相関性

はじめに

一般的に海洋深層水は、微量金属イオン（ミネラル）が多いといわれる。筆者は、誘導結合プラズマ発光分析装置（ICP 発光分析装置：以下 ICP）を用い、室戸海洋深層水中の微量金属イオンを調べた。調べた微量金属イオンは、Na. Mg. Ca. K. Fe. Cu. Zn. Mn. Se. Cr の 10 元素である。この 10 元素を選んだ理由は、2000 年度に厚生労働省が定めた「第 6 次改定 日本人の栄養所要量」に、微量金属イオンが必須微量栄養素として認められたことで、生体作用との関係を検証する目的で研究を行った。

それでは、ここで用いた ICP の説明をする。

分析装置

電子材料、セラミックス、超伝導材料などの先端材料や生体試料中に存在する微量元素、水、土壌、大気など環境中に存在する元素を解明することが、物質の諸性質を研究する上でしばしば必要となる。誘導結合プラズマ発光分析法（ICP-AES）は、この方法では多元素を同時に極微量から高濃度までの広い濃度範囲にわたって定性的ならびに定量的に分析することができる。

ICP を励起源に使用した原子発光分析法は、R. W. Bunsen と G. R. Kirchhohh がセシウム（1860 年）とルビジウム（1861 年）の二つの新元素を発見に初めて用いられた。すなわち、励起源（ICP）に試料を導入し、その時発光する光を（回析格子を使用した分光器）で分光する。分光して得られた光のスペクトルを写真乾板で撮影するか、光電子増倍管を用いて電気信号に変換している。

観測される発光スペクトルの波長より試料中に存在する元素を特定することができ、その発光強度はその元素の原子数に比例する。それゆえ、個々の波長で光を検出する事によって試料の定性分析を、その強度を測定する事によって分析対象元素の定量分析を行うことができる。

ICP-AES では、殆どの金属元素およびホウ素、炭素、ケイ素、リン、イオウなどのいくつかの非金属元素を含めた 70 以上の元素を一斉に定性・定量分析することが可能である。

ICP では、高周波の誘導コイルを使用してアルゴンガス流中に 6,000 ~ 10,000 K の加熱されたアルゴンイオンを作る（誘導結合プラズマ、ICP）。その高温プラズマが原子の励起を促進し、測定感度を向上する。そのため、測定条件を変更することなしに、1ppb 以下の極微量から 1,000ppm またはそれ以上の濃度範囲にある元素の検出が可能である。

また、高い温度の励起源を用いることで、殆ど全ての化合物をその構成元素に分解することができるため、他の原子スペクトル法で問題となっていた共存物質の影響や、分子種由来のバックグラウンドの影響を大幅に低減することができる。また、これまで困難で時間のかかった試料の前処理を、ICP-AES では簡便・迅速化することができる。^{*1}



Fig2-2-1 誘導結合プラズマ発光分析装置(ICP)

海洋深層水中に含まれる金属イオンの生体作用を研究するには、海洋深層水の金属イオン保有量を把握しておく必要がある。そこで、Fig2-2-1 に示した Leeman Labs, inc(USA)製の ICP を用いて、海洋深層水中に存在する微量金属イオン分析を行った。

*1 資料提供 日本電子データム株式会社

分析方法

測定元素は Na. Mg. Ca. K. Fe. Cu. Zn. Mn. Se. Cr の 10 元素。分析方法として ICP の感度及び海洋深層水中の濃度の違いにより、3 つのグループに分けて分析をした。

グループは

Na. K

Mg. Ca

Fe. Cu. Zn. Mn. Se. Cr

装置 ICP

器具 250mL メスフラスコ × 250mL メスフラスコ × 14

標準液 化学分析用 1000ppm Na. Mg. Ca. K. Fe. Cu. Zn. Mn. Se. Cr の
各標準液：関東化学株式会社

ブランク液 . . . 硝酸（原子吸光用：関東化学株式会社）

サンプル . . . 海洋深層水原水

実験手順

全てのメスフラスコに容量の 1% にあたる硝酸を入れる。

ブランク液として、250mL のメスフラスコに超純水を入れる。これを 1% 硝酸ブランク液とする。

バックグランド補正液として、250mL のメスフラスコに 1000ppm Mn 標準液を 250 μ l 入れ、その後超純水を 250mL のメモリまで入れる。これを 1ppm Mn 液とする。

検量線を引くために、グループでは、1000ppm Na. K 標準液を 1、10、50、100ppm の 4 つの異なる濃度となるように、50ml メスフラスコを用いてつくる。

これを Na, K 1、10、50、100ppm 標準液とする。グループは、標準液の濃度を 0.01、0.1、1、5 となるように Mg, Ca 標準液を 50ml メスフラスコを用いてつくる。グループもグループと同様の標準液濃度を Fe. Cu. Zn. Mn. Se. Cr 標準液を用いてつくる。

サンプルは、海洋深層水をグループ用として 50mL メスフラスコを用いて 100 倍希釈海洋深層水溶液を作る。グループ用として、50mL メスフラスコを用いて 10 倍希釈海洋深層水溶液をつくる。

これらを用いて、ICP 分析を行った。

実験結果を Fig2-2-2 に示す。

実験結果

元素名	Na, Mg, K, Ca : mg / L
	Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Se : $\mu\text{g} / \text{L}$
Na	11,000
Mg	1,300
K	450
Ca	400
Fe	0.3
Cu	0.3
Zn	0.6
Mn	1.2
Cr	5
Se	0.4

Fig 2-2-2 海洋深層水原水中の生体必須無聊金属イオン

Fig 2-2-2 が室戸海洋深層水中に含まれている金属イオンの分析値である。この値は高知県の海洋深層水研究所での分析値とほぼ一致していた。

生体作用と生体必須金属イオン濃度の検証

生体必須金属イオンとは、平成 11 年 6 月 11 日に当時の厚生省（現厚生労働省）が第 6 次改定日本人の栄養所要量を示した。その際に下記の項目を策定し、特にビタミン及び金属イオンについては、国際的により多くの項目の策定がなされている現状や、最新の科学的知見を踏まえ、新たな項目を追加した。

- ・ エネルギー、食物繊維
- ・ 脂質
- ・ たんぱく質
- ・ ビタミン：ビタミン A、ビタミン D、ビタミン E、ビタミン K、ビタミン B1、ビタミン B2、ナイアシン、ビタミン B6、葉酸、ビタミン B12、ビオチン、パントテン酸、ビタミン C
- ・ 無機質（金属イオン：ミネラル）：カルシウム、鉄、リン、マグネシウム、ナトリウム、カリウム、銅、ヨウ素、マンガン、セレン、亜鉛、クロム、モリブデン*1

これらは、平成 12 年度から 16 年度までの 5 年間使用する日本人の栄養所要量「食事摂取基準」として定められている。「食事摂取基準」とは日本人の栄養所要量は、健康人を対象として、国民の健康の保持・増進、生活習慣病予防のために標準となるエネルギー及び各栄養素の摂取量を示すものである。栄養欠乏症を予防する観点から、特定の年齢層や性別集団の必要量を測定し、その集団における 50%の人が必要量を満たすと推定される 1 日の摂取量を「平均必要量」とした。「栄養所要量」は、特定の年齢層や性別集団のほとんどの人（97～98%）が 1 日の必要量を満たすのに十分な摂取量であり、原則として「平均必要量 + 標準偏差の 2 倍（2SD）」で表される。*2

*1 厚生労働省第 6 次改定日本人の栄養所要量策定項目

*2 厚生労働省第 6 次改定日本人の栄養所要量食事摂取基準

日本人は「栄養所要量」の中で、特に金属イオンとビタミン類の不足が指摘されている。では、日本人男性 30 歳を例として、一日に必要な主な金属イオン量を示す。

元素名	Na, Mg, K, Ca, Fe, Cu, Zn, Mn: mg / day Cr, Se : μg / day
Na	(1000)
Mg	320
K	2000
Ca	600
Fe	10
Cu	1.8
Zn	12
Mn	4
Se	55
Cr	35

Fig2-2-3 金属イオン摂取基準*1

Na は理想的な摂取濃度で、実際には 1000mg / L 以下とすることが望ましい。

*1 厚生労働省 第 6 次改定 日本人の栄養所要量 無機質摂取基準

では、先に示した海洋深層水中に含まれている金属イオンと、日本人男性 30 歳を例として、一日に必要な主な金属イオン量の相関を Fig2-2-4 と Fig2-2-5 の相関グラフで表す。相関グラフは、栄養所要量が多い、ナトリウム・マグネシウム・カリウム・カルシウムを一つのグループ。そして、鉄、銅、亜鉛、マンガン、セレン、クロムを一つのグループとして表した。

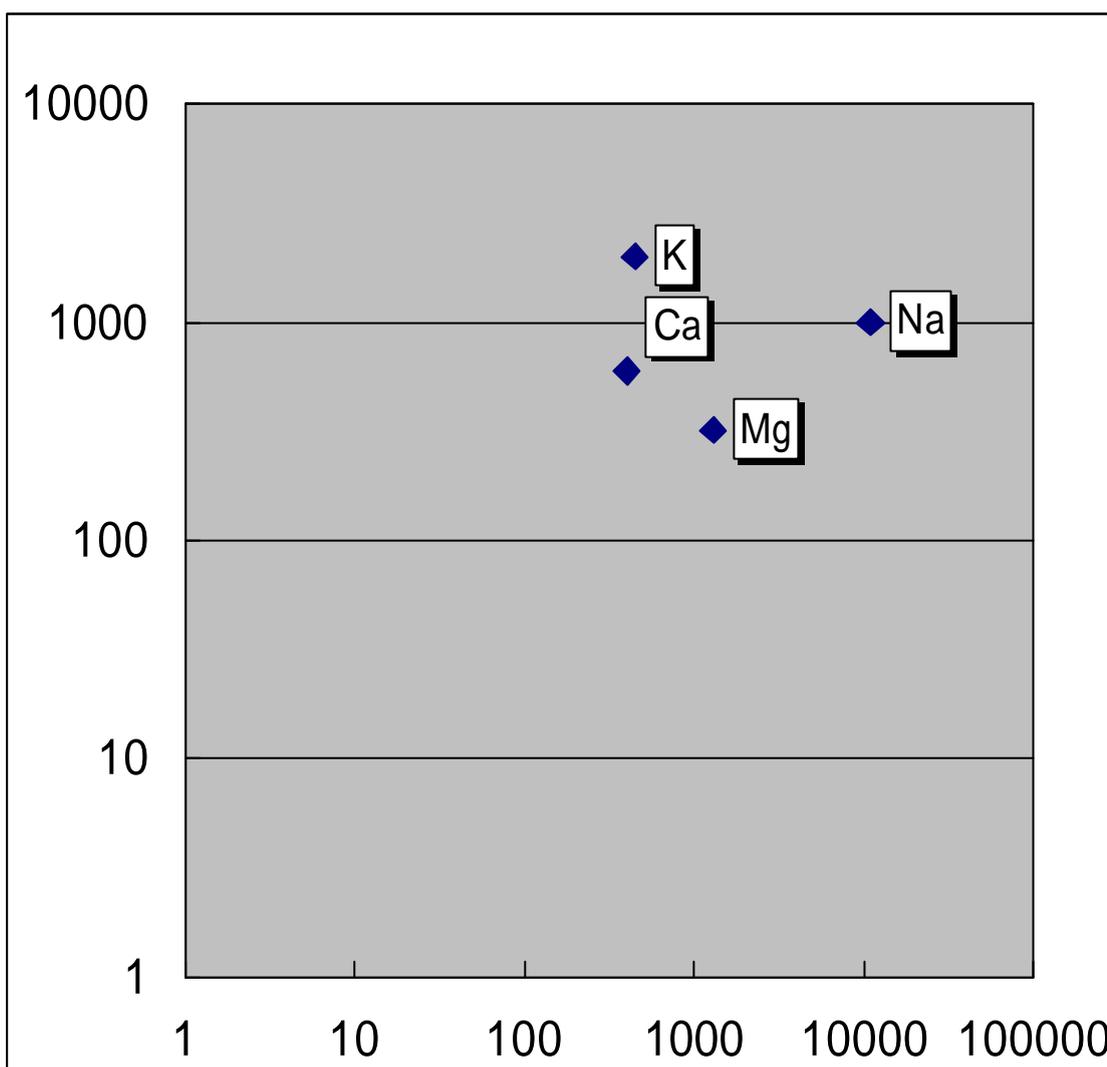


Fig2-2-4 Na. Mg. K. Ca の海洋深層水中に含まれる金属イオンと、日本人男性 30 歳を例として、一日に必要な主な金属イオン量の相関グラフ

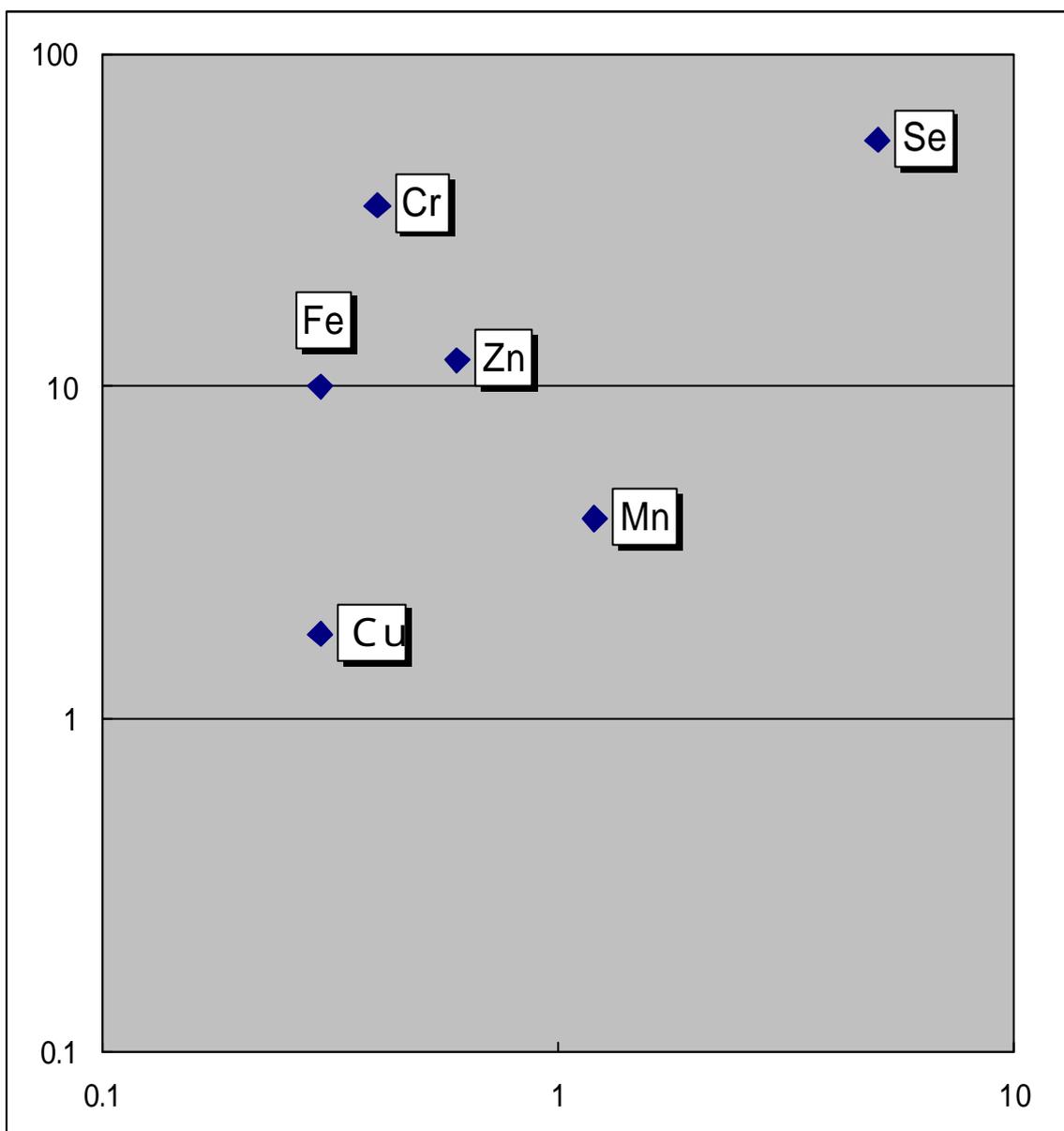


Fig2-2-5 Fe. Cu. Zn. Mn. Se. Cr の海洋深層水中に含まれている金属イオンと、日本人男性 30 歳を例として、一日に必要な主な金属イオン量の相関グラフ

次に、それぞれの金属イオンの役割を示す。これらの役割は「薬剤師がすすめるビタミン・ミネラルの使い方」*1を参考資料とした。

マグネシウム (Mg)

体内に約 25g ある。60%が骨に含まれ、28%が筋肉、肝臓などの軟組織に含まれる。300 以上の酵素反応に関係している。神経伝達、筋肉の伸張、強い骨の維持、心臓の正常リズムに必要といわれる。

働きとしては、脂質、たんぱく質、糖質代謝。DNA 複写、RNA 合成。エネルギーの生産。たんぱく質、脂質合成。Ca の細胞内流入調整。歯と骨を形成。神経伝達と血管緊張の調整など。

Mg 欠乏で起こりやすい症状は、疲れやすい。無関心。不安感。神経過敏。学習能力低下。記憶力低下。不整脈。食欲不振。筋肉の震え。不眠。精神的混乱。

カリウム(K)

成人の体内には約 120 g の K が存在している。その 84%が細胞内にある。K は神経と心臓、筋肉の動きに極めて重要である。K が不足すると筋肉が疲労する。細胞内と外（組織間腔と血液）に存在。K の比率は、細胞内が 30～40 倍も多い。

Na と協力。Na の体内保有量は、約 100 g で殆ど全て細胞外にある。K は細胞内の主な陽イオンで、Na は細胞外の主な陽イオンである。Na / K 比は、細胞内で 1 : 10、細胞外で 28 : 1 に維持されている。Na と K は、細胞膜の内外で電位差を形成している。これらの濃度差は細胞膜に存在する Na-K ポンプの働きで維持されている。ポンプにより両イオンが細胞を出入りする時に栄養分と老廃物も移動する。

働きとしては、神経インパルスに伝達。骨格筋、平滑筋の収縮。正常な心臓鼓動維持。浸透圧の維持。細胞の膜輸送。正常血圧維持。酸素の活性化。核酸の合成。エネルギー代謝など。

K 欠乏で起こりやすい症状は、憂鬱。だるい。疲れやすい。感想肌。にきびがでやすい。吐き気。筋肉の弱い不快感。腱反射の低下。うたたね。

*1 薬剤師が進めるビタミン・ミネラルの使い方 福井透編著 丸善出版

カルシウム(Ca)

体内に最も多いミネラル。成人体重の約 2%を占める。その殆どが骨格に存在し、歯に 7g、軟組織に 7g、血液と細胞間液に 1g が存在する。血液中の Ca は、イオンとして多くの生命現象に重要な働きをしている。

働きとしては、歯、骨の発育と維持。血液凝固に働く。神経インパルス伝達。心臓行動の維持。エネルギー生産。伸張した筋肉の収縮。正常血圧を維持。粘膜と細胞壁の正常維持。酸素の活性化。免疫能の正常維持。

高 Ca 血症と低 Ca 血症で起こりやすい症状は、高 Ca 血症では、疲れやすい。記憶障害。貧血。高血圧。食欲不振。吐き気。便秘。低 Ca 血症では神経過敏。うつ。不眠。情緒不安定。心不全。筋肉の麻痺。手足がしびれる。手足がつる。

鉄(Fe)

体内の Fe の量は、およそ 50mg / kg体重、体重 60 kgの人で約 3g、ヘモグロビンの中にヘム鉄として 1800mg が存在する。貯蔵鉄(主に肝臓)として 750mg ある。筋ミオグロビンの中にはヘム鉄として 240mg がある。酸素中には 6mg が存在する。

働きとしては、ヘモグロビンの成分、酸素運搬。カタラーゼ成分、活性酸素除去。プリンの生成。たんぱく質代謝。チトクロム P 450 成分、解毒。チトクロム成分、ATP 産生。免疫機能維持。ミオグロビン成分、筋肉で酸素供給。

Fe 欠乏で起こりやすい症状は、疲れやすい。スタミナがない。いらいら。憂鬱。神経過敏。注意力散漫。子供の学習力低下。寒さに弱い。

銅(Cu)

体内におよそ 80mg が存在する。皮膚、骨格筋、骨髄、肝臓、脳などに 1.5 μg / g の銅が分布し、およそ 10% が血液中に存在する。15 種以上の酸素の構成成分として、酸化反応に、エネルギーの生産に結合組織の形成、赤血球の形成、免疫細胞の機能、血管や骨や腱の強度を維持、神経伝達物質の生成、生殖機能維持、凝血の促進、SOD 作用などに働いている。銅輸送たんぱく質のセルロプラスミンは、血漿中銅のおよそ 93% を結合している。またフェロキシダゼと呼ばれ、二価鉄を酸化する。

働きとしては、鉄の貯蔵、放出を触媒する。たんぱく質代謝、RNA 合成。正常インスリン機能促進。抗酸化酵素 SOD 構成。髪、皮膚のメラニン形成。抗炎症作用、ヒスタミンレベル調整。ヘモグロビンの合成促進。免疫機能正常維持。

Cu 欠乏で起こりやすい症状は、疲れやすい。コラーゲン形成不完全など。

亜鉛(Zn)

体内に約 2 g が存在。筋肉や骨に多く、眼、前立腺に高濃度に含まれる。Zn は 200 以上の酵素の構成成分であり、そのうち 80 以上が分子構造の構成に亜鉛が使われている。その他酵素では触媒的に、調整的に働いている。RNA、DNA 合成、たんぱく質合成。エネルギー生産、視力の調整、発育組織の修復など重要な働きが多い。

働きは DNA の合成。骨の発育を助ける。正常な免疫機能に。インスリンを構成。アルコール分解に。SOD 酵素を構成。たんぱく質の合成。組織の修復を促進。腺の正常な働きに。ビタミン A,B 利用に。前立腺の健康に。

Zn 欠乏で起こりやすい症状は、疲れやすい。薄暗がりがよく見えない。味覚や臭覚が低下する。風、インフルエンザにかかりやすい。食欲不振。にきびができやすい。皮膚炎。傷の治りが遅れるなど。

マンガン(Mn)

成人体内に約 20mg が存在。多くがミトコンドリアにある。吸収は小腸で行われるが 5% より少ない。

働きは、抗酸化酵素 Mn-SOD を構成。エネルギー生産、糖生産。タンパク質合成。内耳の形成。ヘモグロビンの形成。ステロイドの形成など。

Mn 欠乏で起こりやすい症状は、骨粗鬆症のリスクが増す。免疫脳低下。抗酸化能力低下。発がんの心配。失明。不妊、出産の欠陥など。

クロム (Cr)

成人には約 6~10mg の Cr が存在するが、加齢により減少する。人体に必須の Cr は 3 価であり、食物に含まれているのも 3 価である。5 価の Cr は有毒として知られている。Cr は血糖調整効果でよく知られている。

働きはインスリンの働きを高め血糖調整。たんぱく質代謝。脂肪を減らし筋肉を増やす。脂質代謝、コレステロール低下。

Cr 欠乏で起こりやすい症状は、疲れやすい。虚弱。動脈斑が増加。耐糖機能低下。血糖が上がる。インスリン抵抗性増加。糖尿病が進む。太りやすい。精子減少。不妊。子供の発育障害など。

セレン(Se)

体内に 6~21mg が存在する。Se を含むたんぱく質と酵素の構成成分として、抗酸化反応に働き、また、がん予防が期待される。Se を含むグルタチオンペルオキシダゼ (GSHPx) には 4 つの種類があり、GSHPx-1 は多くの細胞内に、GSHPx-2 は腸管の細胞に、GSHPx-3 は細胞外に、GSHPx-4 は膜に結合し過酸化リン脂質を分解する。

働きは抗酸化酵素グルタチオンペルオキシダゼ構成。免疫能を高める。ガンを防ぐ。含硫アミノ酸代謝。プロスタグランジン産生。たんぱく質合成。前立腺の健康に。チロキシン活性化。重金属と結合排除。

Fig2-2-4 と Fig2-2-5 をみれば分かるように、海洋深層水中に含まれている生体必須金属イオンと厚生労働省が定めた一日に必要な金属イオン量とでは、相関は見られない。金属イオンは、多すぎても少なすぎても生体にとって有用ではない。摂取するバランスが大事である。厚生労働省もそれぞれの金属イオン摂取に対して、所要量と許容上限摂取量を定めているのも、そのためである。

2-3 生体必須微量金属イオンと金属酵素への影響

海洋深層水を利用したアトピー性皮膚炎治療がある。この治療は高知医大病院と室戸中央病院で研究が進められている。この治療方法は、

海洋深層水のお風呂に1日2回入浴する。
入浴時に海洋深層水をガーゼで湿診部を軽くたたくように浸す。
再び石鹸で患部を洗って、経過観察する。

そして経過観察の結果、症状の緩和が見られたのが366名中223名(61%)、痒みや出血による睡眠障害が消失したのが366名中、303名(83%)と報告されている。この臨床報告はアトピー性皮膚炎治療に海洋深層水が有用である可能性は示唆されている。しかし、そのメカニズムは解明されていない。

そこで筆者は、海洋深層水の生物学的な特性研究として、このメカニズムの解明の研究を行った。

研究目的

アトピー性皮膚炎を引き起こす免疫疾患やアレルギー性疾患に、白血球細胞(抹消血・好酸球)による活性酸素の産生が深く関与する報告と、活性酸素が、アトピー性皮膚炎によって増殖したブドウ球菌を殺菌するという報告に着目をした。そして、海洋深層水が活性酸素・フリーラジカル生成機構に関与するかを明らかにする。このような目的で実験を行った。

実験試料

- ・ 活性酸素発生(スーパーオキシド)には、シグマ社製ヒポキサンチン(HPX)・ベーリンガーハイム社製キサンチンオキシダゼ(XOD)を使用。
- ・ 活性酸素検出試薬には、同人化学(株)より購入した5,5-dimethyl-1-pyrroline-1-oxide(DMPO)を使用。
- ・ 海洋深層水原水、逆浸透膜(RO膜)で処理した海洋深層水脱塩水と濃艶水、超純水(コントロール)、0.1Mリン酸緩衝液(PBS, pH7.4)を使用。

実験手順

- ・ HPX50 μ l、各水溶液 50 μ l、2倍希釈のDMPO50 μ l、XOD50 μ lを加えて攪拌。
- ・ 溶液扁平セルに混合液を吸わせてESRにセット。
- ・ XODを加えてから1分後にESRにて測定を開始。測定時間は2分間。
- ・ 各水溶液に対しそれぞれ5回の測定を行い、その平均値をとる。

溶液及び活性酸素、溶存酸素、pH測定機器

- ・ 活性酸素測定には、JEOL JES-FA 100 ESR SPECTROMETERを使用。(Fig2-3-1 2-3-2)
- ・ pH測定には、HORIBA pH Meter F-22を使用。(Fig2-3-3)
- ・ 溶存酸素測定には、YSI 5100 DOメーターを使用。(Fig2-3-4)
- ・ 金属イオン濃度測定には、Leeman Labs, INC製ICPを使用。



Fig2-3-1 JEOL JES-FA 100 ESR SPECTROMETER/1

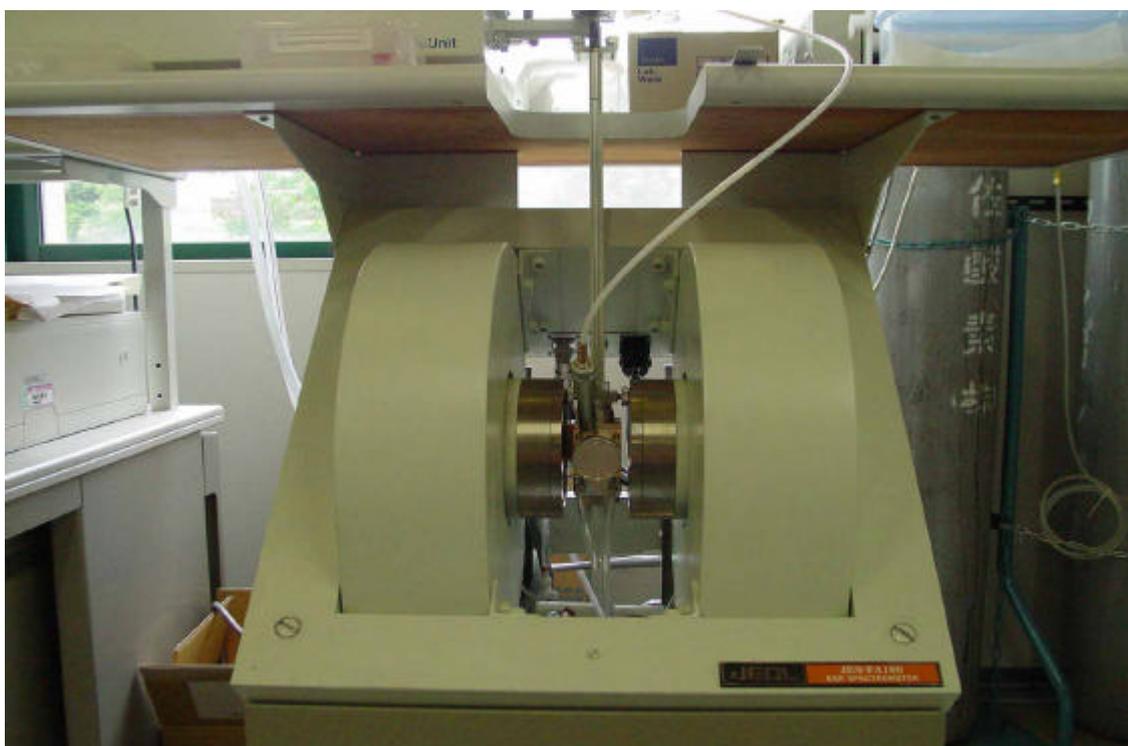


Fig2-3-2 JEOL JES-FA 100 ESR SPECTROMETER/2



Fig2-3-3 HORIBA pH Meter F-22

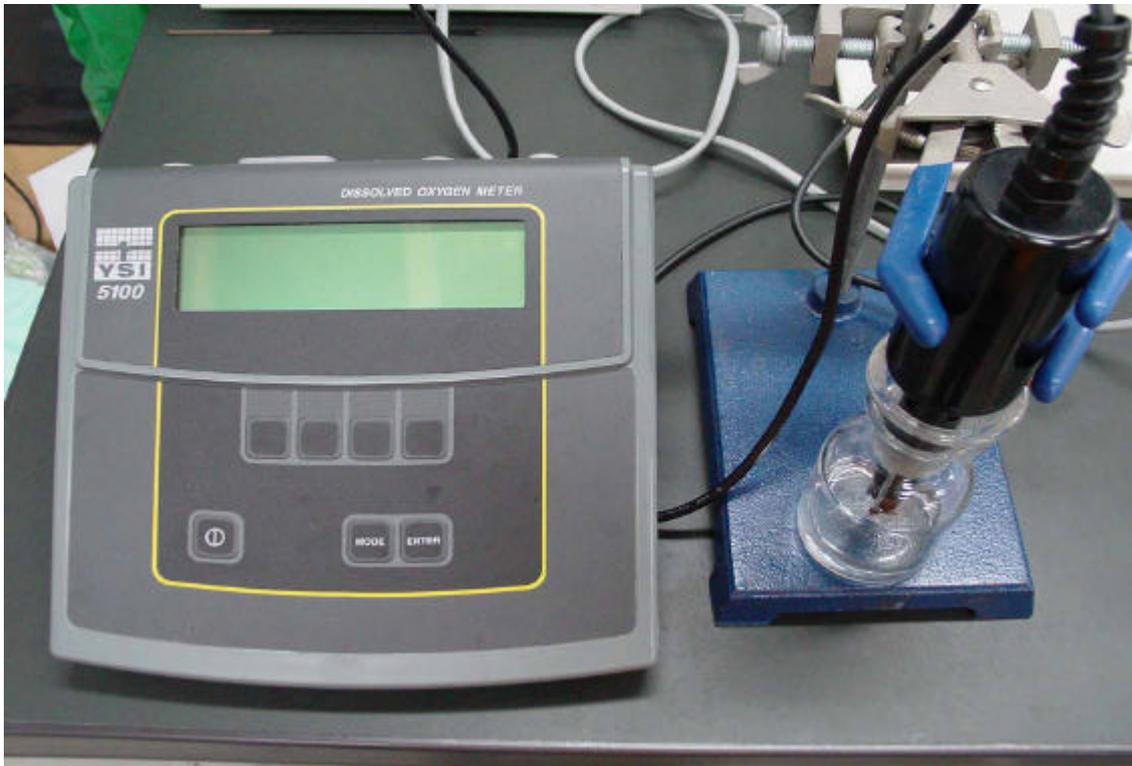


Fig2-3-4 YSI 5100 DOメーター

実験結果

	深層水原水	RO 脱塩水	濃塩水	超純水	PBS(0.1M)
活性酸素 (mM)	0.014	0.012	0.018	0.013	0.017
溶存酸素量 (mM)	0.362	0.362	0.365	0.132	0.293
pH	7.90	7.80	8.05	8.24	7.40

Fig2-3-5 海洋深層水原水、RO 脱塩水、濃塩水、超純水、PBS 中の活性酸素量、溶存酸素量、pH の数値

pH に関しては、RO 脱塩水、海洋深層水原水、濃塩水の順で塩濃度が濃くなるにつれてアルカリ側に移行している。活性酸素発生量に深く関与しているといわれている溶存酸素は、各溶液共にほぼ同じ程度であった。しかし、活性酸素発生量は、RO 脱塩水、海洋深層水原水、濃塩水の順で塩濃度が濃くなるにつれて多く発生していた。

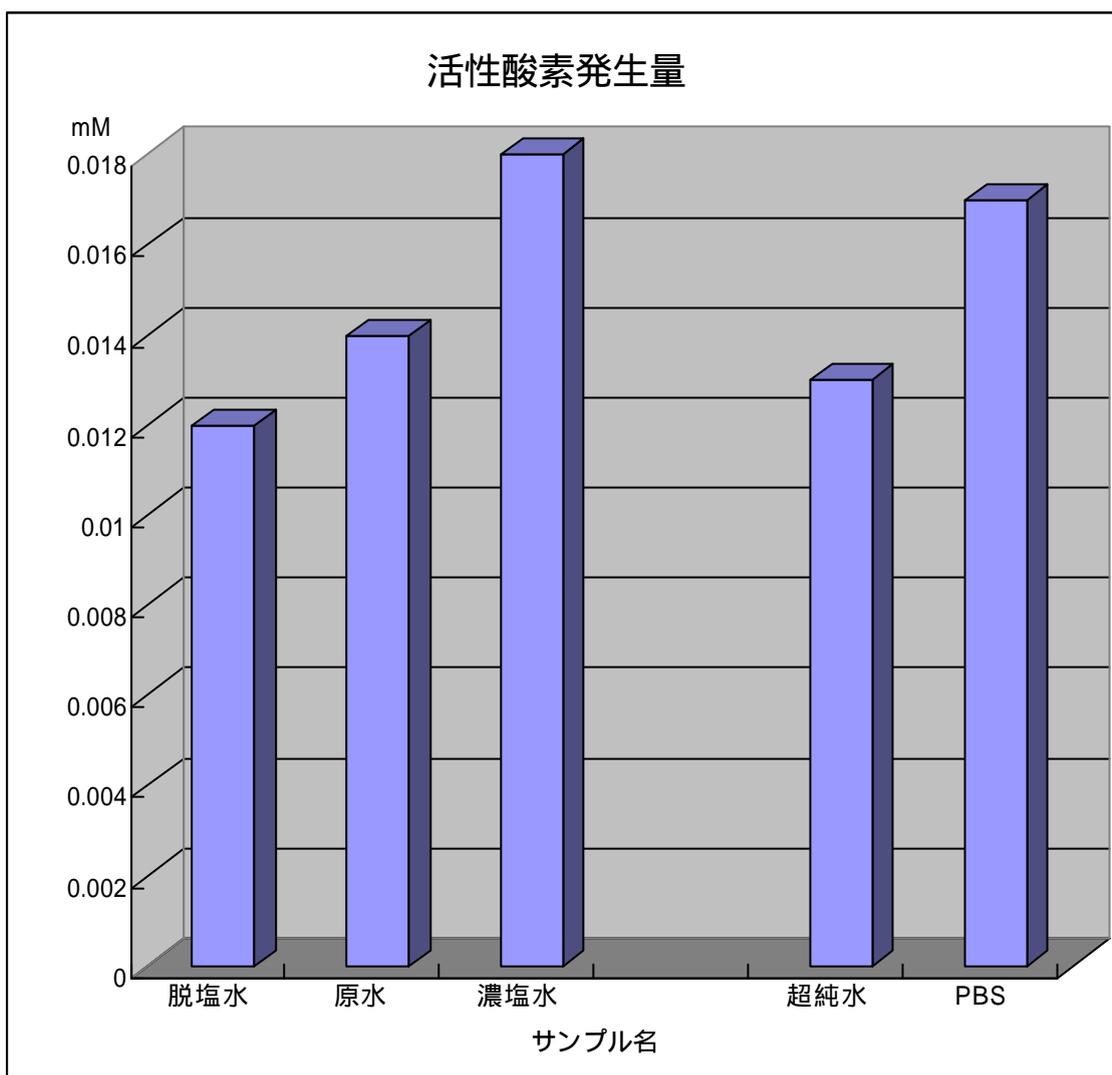


Fig2-3-6 各サンプルの活性酸素発生量

RO 脱塩水、海洋深層水原水、濃塩水の順で活性酸素発生量が多くなっていることが分かった。濃塩水の活性酸素発生量は超純水の活性酸素発生量と同程度となった。また、濃塩水の活性酸素発生量は、PBS の活性酸素発生量より多いことが分かった。

	Na	Mg	K	Ca
海洋深層水原水	11000	1300	450	400
濃塩水	17000	2400	850	610
脱塩水	17	1.2	1.0	1.0

Fig2-3-7 海洋深層水原水、濃塩水、脱塩水の金属イオン濃度

各深層水サンプル中の金属イオン濃度の変化と各深層水サンプル中の活性酸素発生量を相関を調べた。それを次の図に示す。

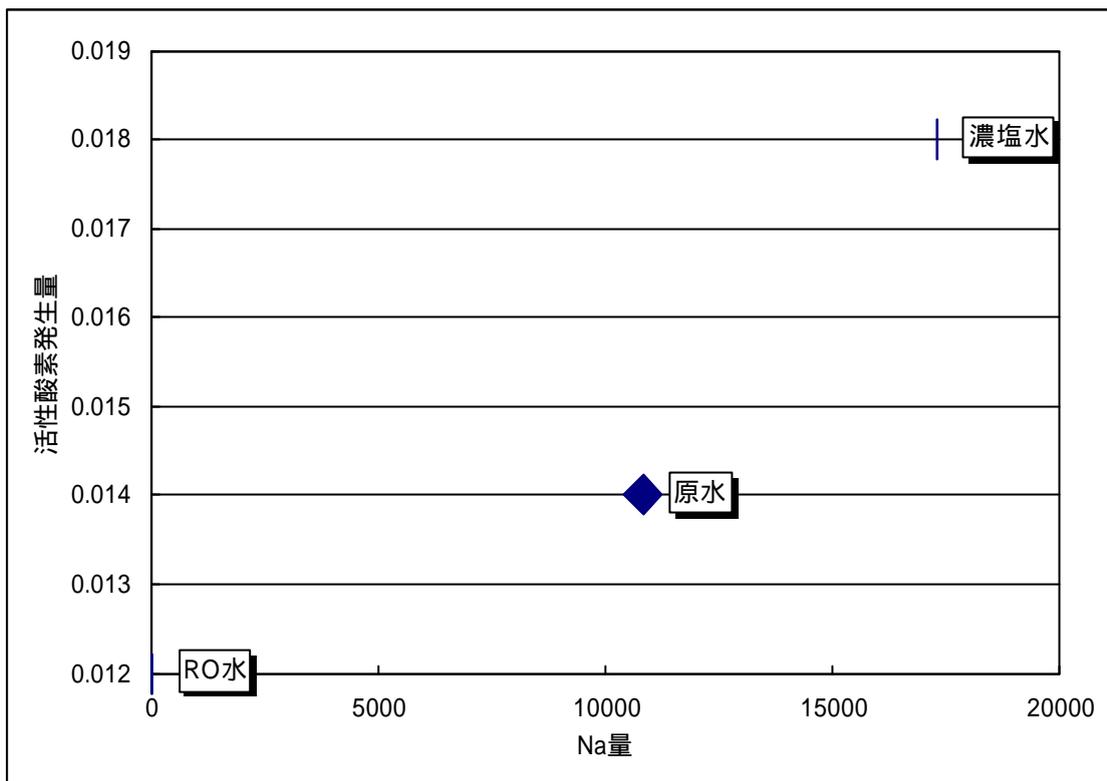


Fig2-3-8 Na 濃度と活性酸素発生量の相関図

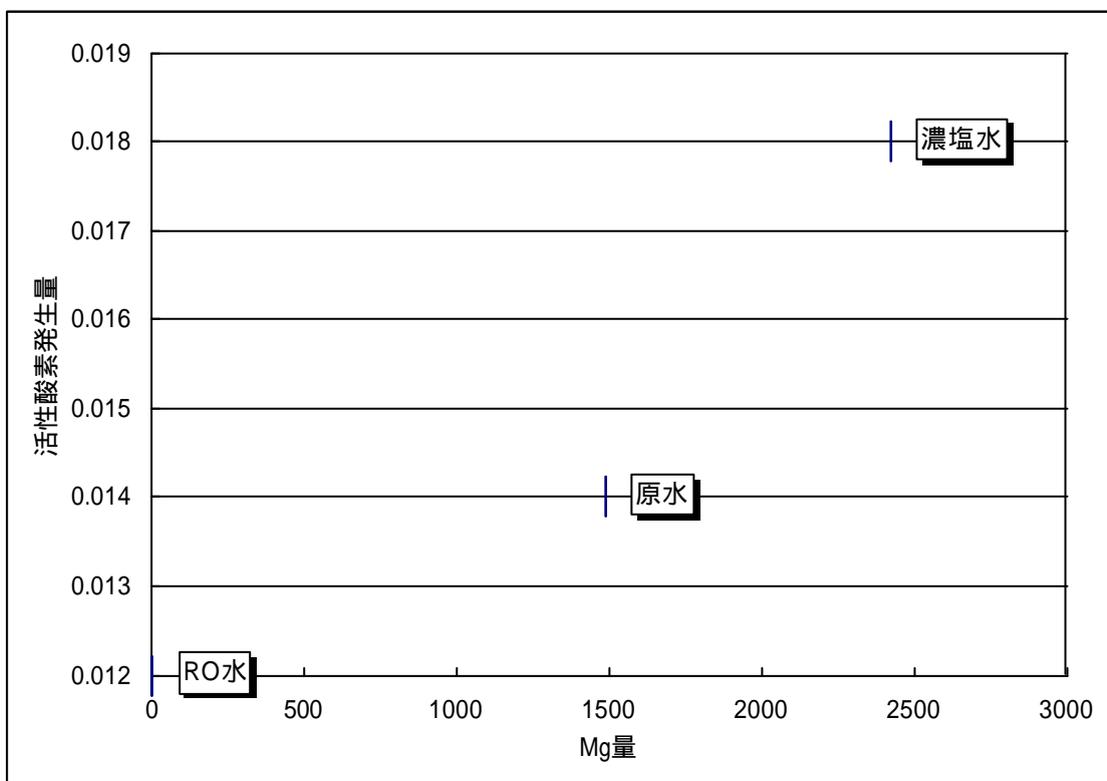


Fig2-3-9 Mg 濃度と活性酸素発生量の相関図

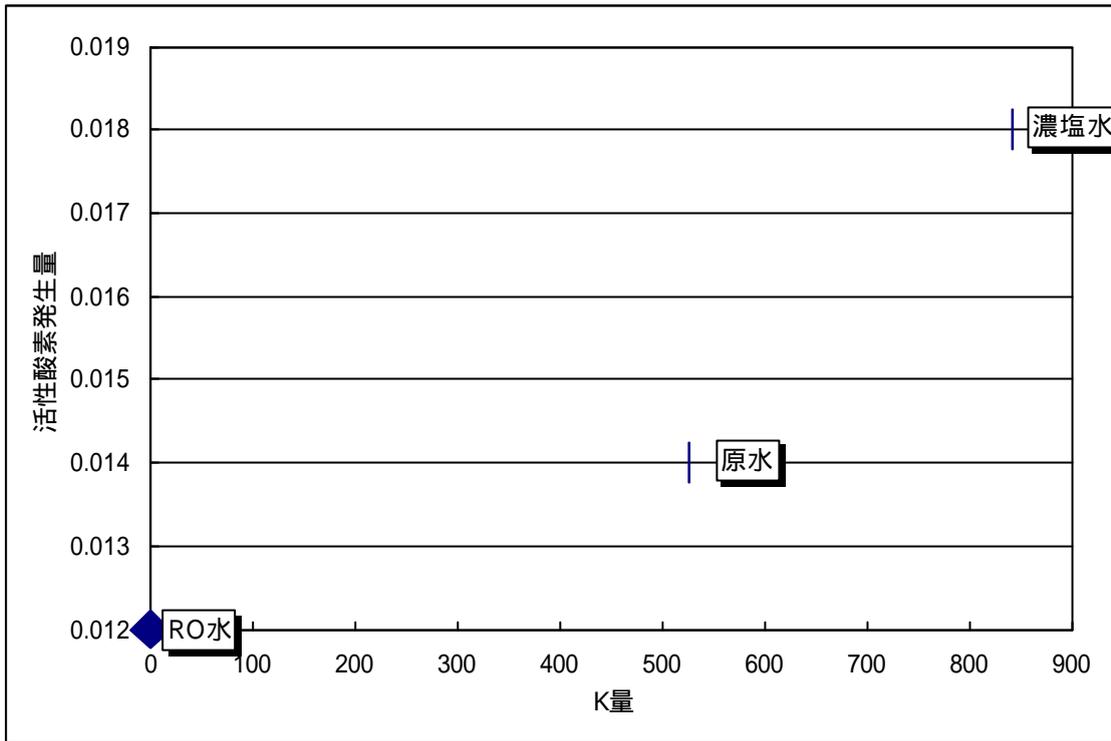


Fig2-3-10 K 濃度と活性酸素発生量の相関図

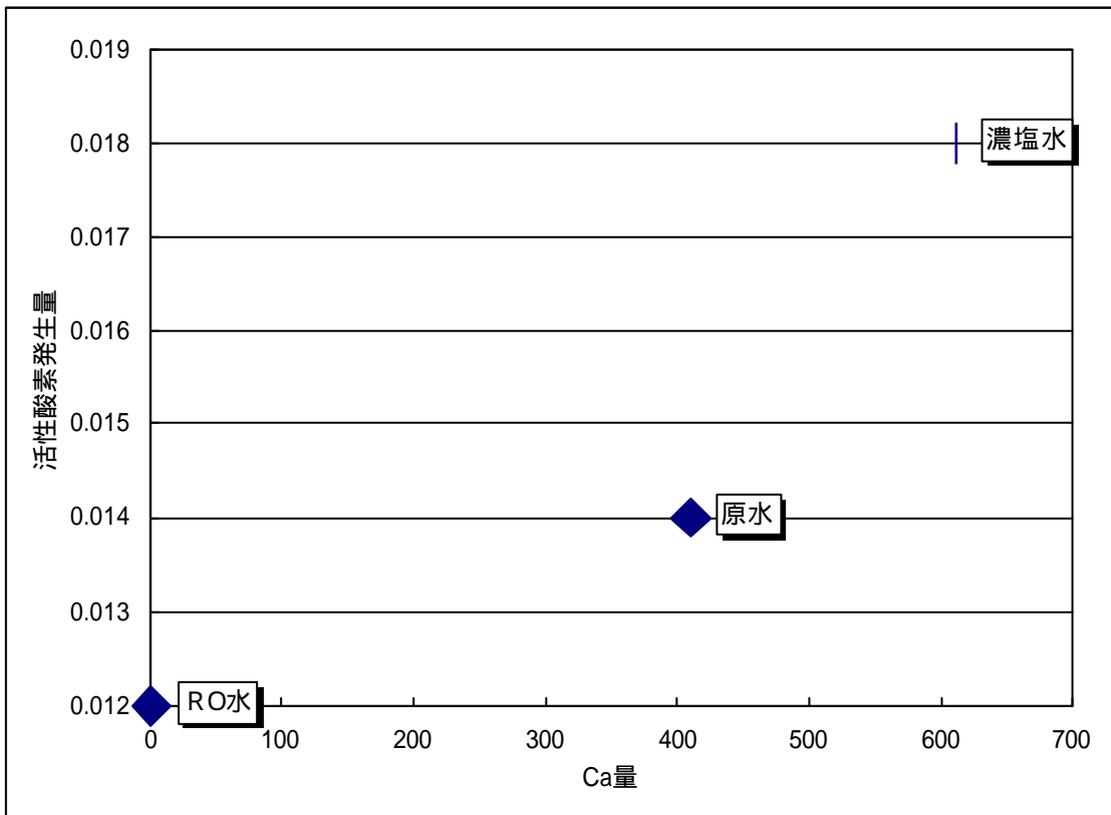


Fig2-3-11 Ca 濃度と活性酸素発生量の相関図

本章研究のまとめとして

酵素反応(HPX-XOD)を、深層水中で行うと、活性酸素の産生が超純水と比べて増加した。

脱塩処理を行った海洋深層水は、活性酸素の産生量が超純水と同じになった。

塩処理後で残る濃塩水は、原水より活性酸素の産生を増加させた。

各水溶液中の金属イオン濃度と活性酸素産生量には、ある一定の関係が示唆された。

第3章

森林再生事業の問題

3-1 森林の現状

日本は、Fig3-1-1 で示すように、先進国の中でも森林面積の割合が非常に多い国である。

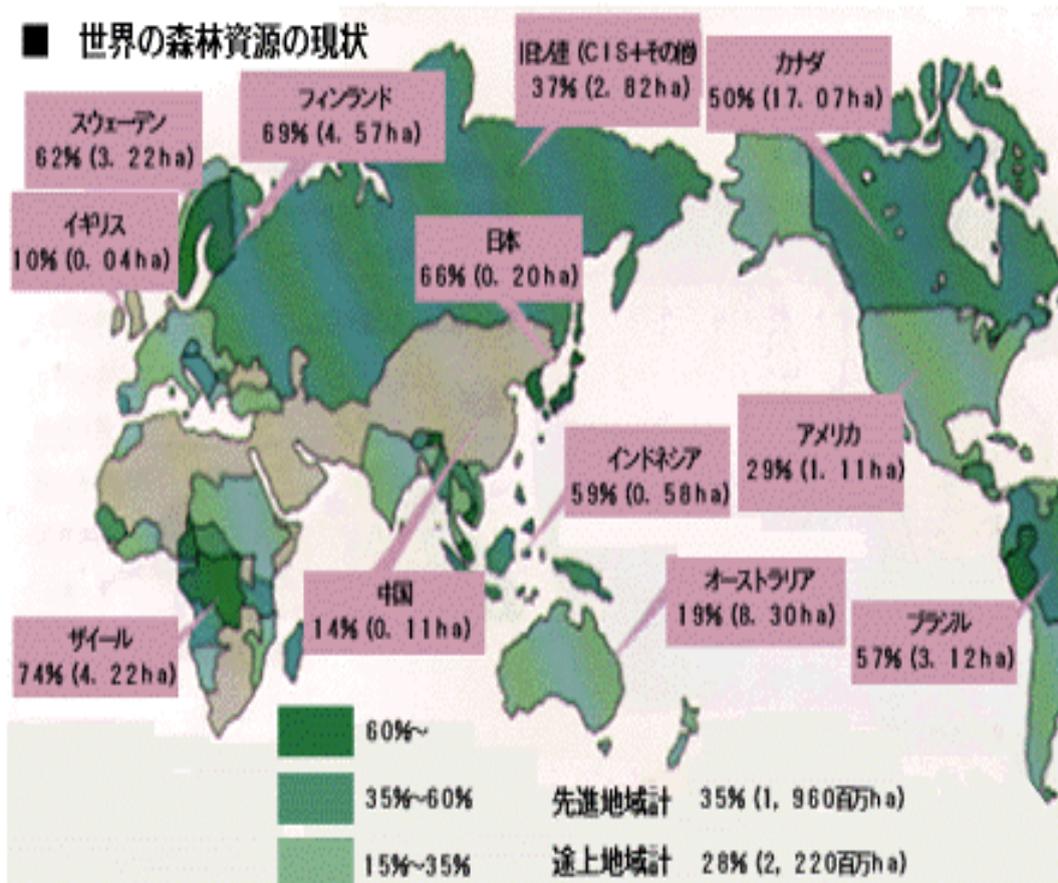


Fig3-1-1 世界の森林資源の現状*1:()内は国民一人当たりの森林面積
数字は森林率(森林面積/陸地面積×100)

*1 FAO「Production Yearbook」(1993)

このような森林国である日本において、高知県は県土の84%が森林である森林県である。しかし、84%を占める森林のうち65%ほどが杉やヒノキなどの戦後に植林された人工林である。この人工林は、30年程度経過すると間伐を行う必要がある。Fig3-1-2*1 に高知県における間伐面積の推移を示した。

除・間伐面積の推移

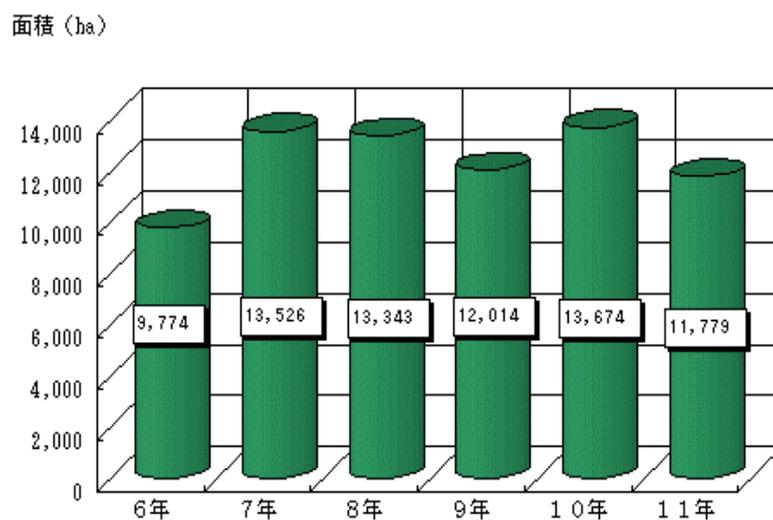


Fig3-1-2 高知県の除・間伐面積の推移

*1 [資料] 高知県林業振興課

なぜ、人工林は間伐が必要なのか。それは、間伐を行わないと森林が本来持っている機能が発現されない。そして、一本一本の木が細く弱々しくなるからである。では、Fig3-1-3 で森林の持っている機能を示す。

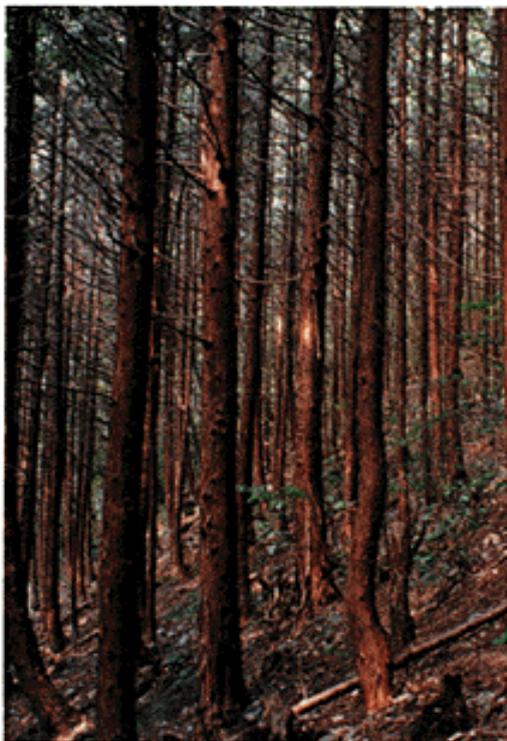
<p>洪水や渇水の緩和</p>	<p>森林は、落葉・落枝などの堆積物や土壌生物が多くすむ表土がスポンジのようになって、雨水をすみやかに地中に浸透させる働きがある。その能力は裸地の3倍という報告がある。この機能により雨水はゆっくりと河川に流されることから、洪水や渇水が緩和される。このようなことから森林は「緑のダム」と言われている。</p>
<p>流出土砂量を抑制</p>	<p>森林内は落枝落葉やかん木、草などによって地表が覆われているため、降雨などによる土壌の浸食や流出が抑えられている。森林と裸地を比較した場合、土砂が流出する量は森林では裸地の1/150という報告がある。</p>
<p>水の浄化</p>	<p>雨水が地中に浸透する過程で水を濾過したり化学物質を吸い取って水を浄化している。森林が生み出す水は汚れ少なく、岩石の間を通ることによりミネラルを含み、国民の健康な生活に必要なものであるばかりなく、農業用水、工業用水、発電用水として利用され、さらに漁業にとっても大切なものとなっている。</p>
<p>大気浄化</p>	<p>地球温暖化の主要な原因である二酸化炭素を森林は吸収・貯蔵している。</p>

Fig3-1-3 森林の機能*1

*1 資料：林野庁 参考文献：森林と林業「そこが知りたい」(全国林業改良普及協会) 「森からみる地球の未来」(文研出版)

間伐を行うと、森林機能の発現のみならず、「木が大きく育つ」や「森林に草木が生える」、「土壌が保全される」などの利点がある。Fig3-1-4 で間伐が遅れた森林と、間伐を実施した森林を示す。

○間伐が遅れた森林



○間伐を実施した森林



Fig3-1-4 間伐が遅れた森林と実施した森林*1

森林は環境浄化だけではなく、人が生きて行く上においてとても重要な資源である。その森林は先に示したように、その多くが人工林でありその人工林は間伐作業を必要としている。しかし、間伐作業は進まない。それは間伐を行ってもお金にならない。事業が成り立たないからである。

*1 資料：林野庁「間伐&間伐材」

3-2 森林事業の問題点

森林事業に関しては国や県では多くの予算を使い、補助金を自治体にばら撒いている。しかし、間伐や森林整備が進まない。なぜなら、森林整備や間伐作業は人件費が非常に高いことや、間伐を行った材はまったく価値がないので、お金にならないのである。Fig3-2-1 に高知県の森林整備に対しての補助金額と Fig3-2-2 に高知県の林業を行っている人口を示す。

単位：千円

	金額
公共事業	12,597,473
非公共事業	782,722
県単独事業	4,303,088
その他の経費	3,996,569
一般会計	21,679,852

Fig3-2-1 平成 13 年度高知県森林局予算*1

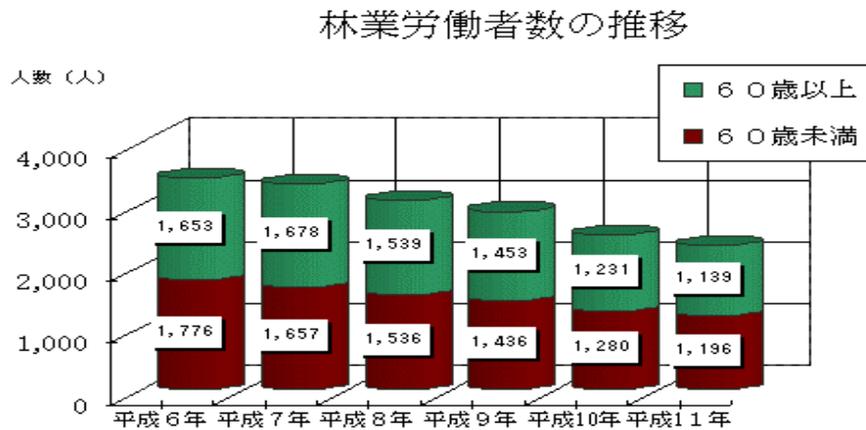


Fig3-2-2 林業労働者数の推移*2

*1 [資料] 森林局予算の公表

*2 [資料] 高知県林業労働者及び林業機械器具実態調査

平成 11 年度、高知県で林業を営む人数は 2335 人、平均年齢は 56.6 歳。そのうち約半数が 60 歳以上である。20 歳未満の人数は 2 人である。公共事業など様々な要素があるので比較にはならないかもしれないが、高知県森林局は年間、200 億円を超える予算をわずか 2000 人しか労働者いない産業に予算をつけている。この数値を見て分かるように、森林事業は補助金漬けなのである。平成 11 年度の林業を営む人の賃金を Fig3-2-3 示す。

単位：円

	伐木造林夫	チェーンソー - 伐木夫 (自己)	チェーンソー - 伐木夫 (会社)	機械集運材 夫	伐出雑役夫
11 年度	11,050	12,370	11,720	11,780	9,850

Fig3-2-3 高知県における職種別林業労働賃金*1(1日)

Fig3-2-3 をみて分かるように、一人の労働者を雇うと一日に 10,000 円～12,000 円前後必要である。山の仕事は 2～3 人程度のチームで行うので約 30,000 円の人件費が 1 日で必要になってくる。しかし、問題はこの労働賃金の変動するという点にある。

*1 [資料] 造林事業.....高知県森林政策課

伐採事業.....林業労働者職種別賃金調査報告(高知労働局賃金課)

労働賃金の変動するというのは、ルールが決まっていないのである。筆者が労働賃金などを訪ねても、明確な回答が返ってきたことがない。そして、必要オイル量を提示して、1リュベ（約700kgのヒノキ間伐材）の処理の値段を聞いても、「あなた達はどれくらい賃金を出せるんだ」という返事である。商談を行うということは無いようだ。そして、当初はかなりの安い値段でオイル抽出までできるような話をされていても、いざ大量にオイルが商売になると値段が上がっていく。現場で作業されている方は、少しでも間伐材がビジネスになればという意見を下さった。しかし、それを束ねる役所や森林組合が新しいビジネスにはかなり消極的である。

問題点

賃金体制が明確ではない。

森林所有権などが非常に複雑である。

役所や森林組合に新しいビジネスに対する姿勢が感じられない。

このように、我々にとって何もルールが無いと思われる仕組みが、今までの林業関係事業ではルールであるようだ。しかし、これでは林業はますます衰弱していく。特に、大量に木材が欲しい場合は、先に挙げたような問題点から材の安定供給が非常に難しいと思われる。ルールのないところにルールをつくらなければ、林業に新しいビジネスは成り立たないであろう。

3-3 森林再生事業

確かに林業のビジネスにおいて問題点はある。しかし、森林は大きなビジネスにもなる可能性もある。特に今まで負の財産であった間伐材を用い、大きな産業が出来る可能性がある。それは、間伐材（ヒノキ）をチップ加工して、そのチップからヒノキオイルを取り出し、ヒノキオイルを工業分野や医療分野に応用を考えている。現在、ヒノキオイルは抽出されている。しかし、それは香料やアロマセラピーなどに使われているだけである。私の知っている限り、全国で年間 10t ~ 15t 程度のオイル量しか生産されていない。しかし、工業分野や医療分野で使えるようになると、年間 100t を超える量のヒノキオイルが必要になる。もし、間伐材から 100t のオイルを取り出すのであれば、ヒノキチップ量では 10,000t 必要である（ヒノキ重量に対して 1% のオイル量で換算）。このチップ量を確保する為には、年間 150,000 リュベ程度の間伐材が必要である。この年間 150,000 リュベの間伐材は、高知県が年間の間伐している総量に匹敵する。間伐を行っても山に放置されている間伐材を出すことができ、そして山間地域の新しいビジネスにもなるであろう。

現在のオイル抽出法には 2 種類ある。それは熱水抽出法と水蒸気蒸留法である。その方法を Fig3-3-1 で示す。

	方法	メリット・デメリット
熱水抽出法	100 の水の中にチップをいれ、ヒノキに含まれる成分を煮出す方法。	抽出率が高い。 抽出率が安定しない。 不純物（ゴミなど）が混じり、一定品質のオイルが取れにくい。
水蒸気蒸留法	90 ~ 100 の水蒸気をチップの下から出す。その蒸気と共にヒノキに含まれる成分を蒸し出す方法。	品質が安定。 抽出率が落ちる。 水蒸気の温度設定などが難しい。

Fig3-3-1 熱水抽出法と水蒸気蒸留法の違い

ヒノキオイル抽出実験

Fig3-3-1 に示したように、オイル抽出法には熱水抽出法と水蒸気蒸留法の二種類がある。しかし、これらの方法には統一性はなく、生産者の経験によって熱量やチップの大きさ、水量などが変わってくる。信頼できる抽出釜の研究報告も見つからない。

そこで筆者は、最も効率よくオイルを抽出できる釜を研究するために実験を行った。抽出法は、抽出率は落ちるが品質が安定している水蒸気蒸留法でヒノキオイル抽出を行った。この実験は、(株)エコロジー四万十、大正町役場の方々にチップ提供を受けた。そして実験釜の提供は、農業法人甲斐きのか組合のご協力で行った。実験釜を Fig3-3-2 で示す。



Fig3-3-2 実験で使用したオイル抽出釜

実験方法

高知県大正町から送ったヒノキチップ（約 120 kg）と葉（約 130 kg）から、水蒸気蒸留で 3 時間程度抽出を行った。

実験では、常圧で抽出する場合と加圧して抽出する場合を試みた。

そして温度も 90 ~ 110 程度まで温度変化を与えた

結果

1. チップと葉共に約 300m l（材料量の約 0.3%）が抽出された。
2. 加圧した際には、オイルと同時に大量に出てくる水とがエマルジョンして出てきた。
3. 温度を 100 以上に設定した場合は、カップン反応を起こしたオイルが出てきた。Fig3-3-3
4. これら各種のオイルは、その特性がまったく違う物であった。Fig3-3-4
5. オイル抽出効率が悪いのは、釜の構造に関係があるとわかった。



Fig3-3-3 100 以上の温度で抽出（左）90 で抽出(右)

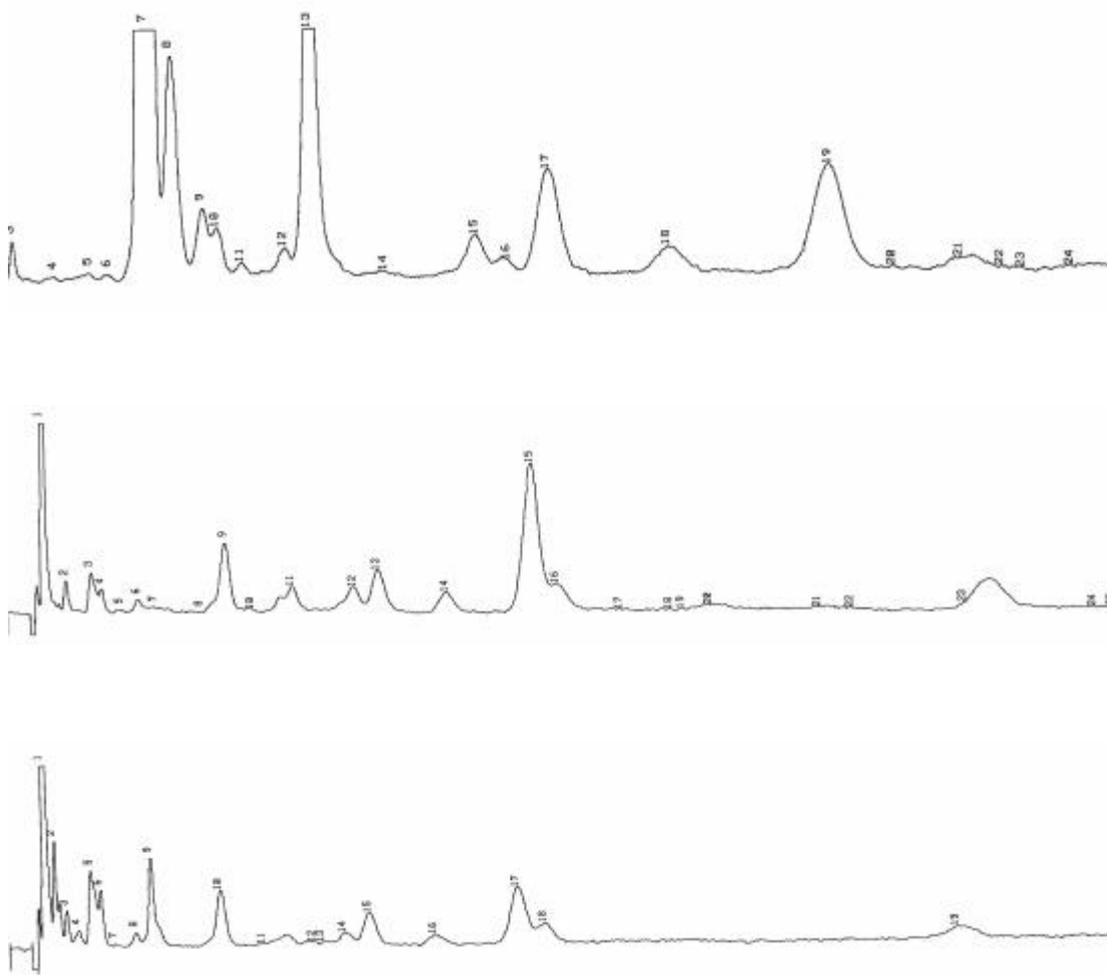


Fig3-3-4 抽出方法別ガスクロマトグラムオイル成分表

：水蒸気蒸留法 ：熱水抽出法 ：熱水抽出法（青森ヒバ）

抽出方法の違いにより、同じヒノキオイルでも成分が異なることが分かる。
 現在、工業用や医療用としてヒノキオイルのどの成分が有用であるかを検討中である。

ヒノキオイル抽出実験

高知県森林技術センターの爆砕高周波減圧乾燥装置を用いて実験を行った。この装置は、ヒノキなどを柱にする際に木材内部の水分を高周波によって蒸発させる装置である。柱にする木材を乾燥させる場合にはよく用いられる装置である。

実験目的は、間伐材などの材料だけではなく、商品として柱にできる木材から不要な物（木材の水分とオイル）からオイル抽出が可能であるかを調べる目的である。もし、この方法が成功するのであれば、今まで産業廃棄物として捨てられていたオイルが資源となる可能性がある。Fig3-3-5 に実験で使用した装置を示す。



Fig3-3-5 爆砕高周波減圧乾燥装置

実験方法

高知県馬路村産ヒノキ材（柱用）24本、888kgを用意（Fig3-3-6）。



Fig3-3-6 実験で用いたヒノキ材

材木の長さと重さをそれぞれ計り、水分保有率(Fig3-3-7)、共鳴度（Fig3-3-8）などを測定。その後、一列6本計4列に分け、列の間に銅版を敷き(3-3-9)装置内部に搬入した。

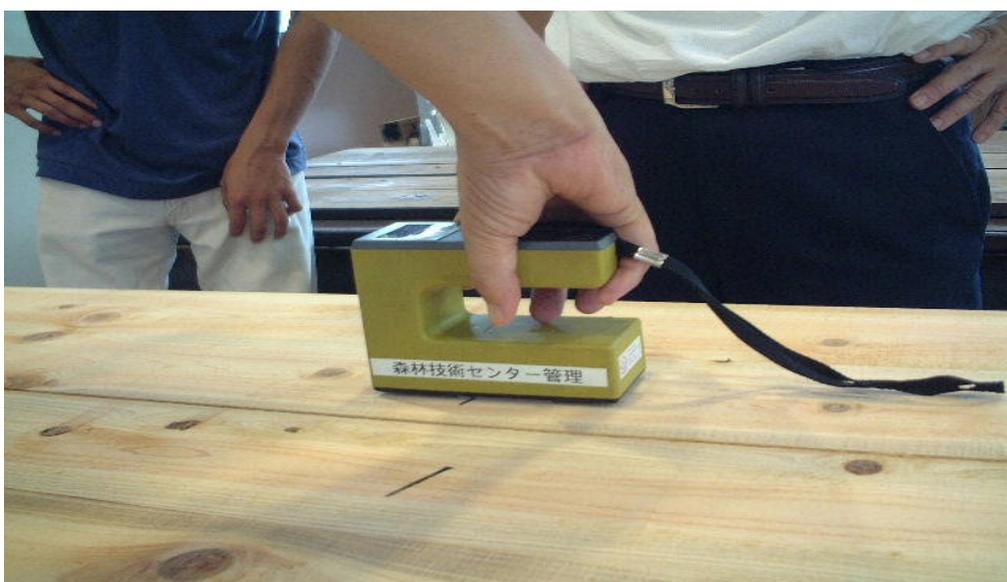


Fig3-3-7 水分保有率測定

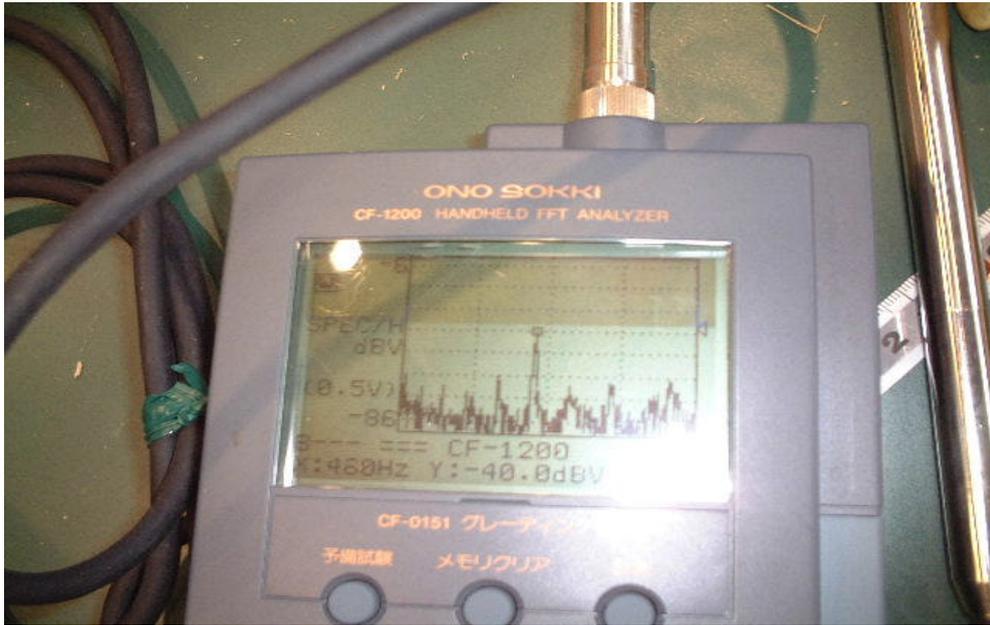


Fig3-3-8 共鳴度装置



Fig3-3-9 木材搬入

実験プロトコール

1) 乾燥所要時間・・・61時間

2) 工程

蒸煮

時間・・・・・・・・5時間

温度・・・・・・・・84～85

発振サイクル・・・3分発振：2分停止

ロータップ・・・8KV

乾燥

時間・・・・・・・・56時間

減圧度・・・・・・・・70～75torr

乾燥温度・・・・・・・・42～45

発振サイクル・・・2分発振：3分停止

発振時間・・・・20時間18分22秒

ロータップ・・・8KV

陽極電流・・・・・・・・0.5A

終了設定・・・・・・・・0.45A

3) その他

使用電力量

蒸煮・・・・・・・・55.6kwh

乾燥・・・・・・・・232.4kwh

水使用量・・・・・・・・100L

A重油使用量・・・13.4L

脱水量・・・・・・・・33L

実験結果

ヒノキ材 888 kgからオイルと水溶液の混合溶液が約 260L 抽出された。

オイル量は 260L 中 60mg であった。

ヒノキ材総重量から計算すると、抽出率は 0.00006% であった。

取り出されたオイルはカップン反応を起こし、酸化していた。

この結果からの結論は、爆砕高周波減圧乾燥装置を用いてオイル抽出を行っても、抽出率は極端に低く、尚且つ、木の破片などのゴミが大量に混じっており、オイル抽出には適さないことが分かった。そして、オイル自体も酸化しており、機能が発現されないオイルであった。

今回の実験には、高知県森林技術センターの松岡部長。そして実験をお手伝い頂いた野地様に感謝の意を表したい。

いくつかの実験結果をふまえた上で、筆者が考えるヒノキオイル抽出のフローを Fig3-3-5 に示す。

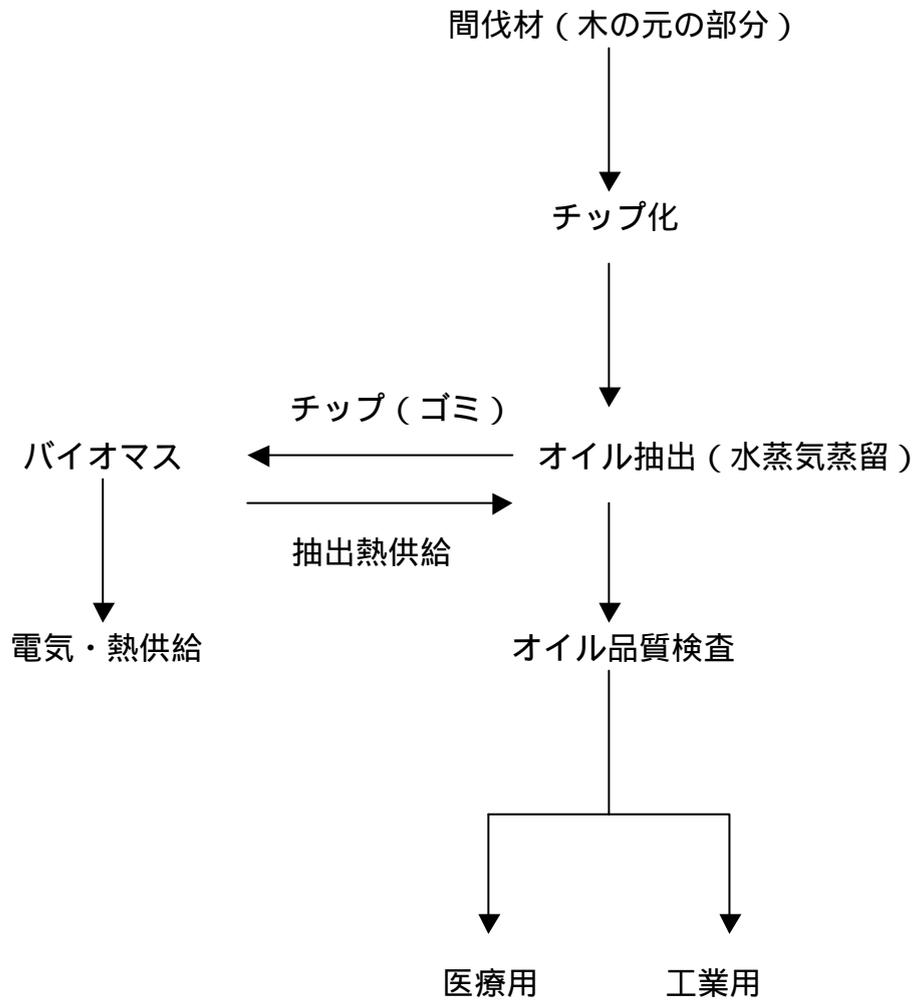


Fig3-3-10 バイオマスを用いたオイル抽出フロー

Fig3-3-10 で示したバイオマスを用いたオイル抽出法を用いると、今まで廃棄に困っていたオイル抽出後のチップを、バイオマス燃料として燃やすことが出来る。その燃焼したエネルギーを電気や熱に交換し、家庭用の電気や熱資源に回す。そして熱資源はそのままヒノキオイル抽出の際の蒸気を発生させる熱になる。このように、ゴミを出さずに資源を有効活用できるのである。

筆者は、森林における負の資源である間伐材を有効活用するためには、森林におけるビジネスのルールづくり、間伐作業やオイル抽出時のコストの削減、科学的根拠のあるオイル成分抽出法の必要性があると提案する。

第4章

起業に於けるリスクヘッジ

4-1 複数事業の遂行

筆者は、第2章で述べた海洋深層水研究と第3章で述べた、ヒノキオイル抽出研究で得た知識を基に起業した。事業内容を Fig4-1-1 で示す。

	事業内容	事業の役割
海洋深層水事業 金属イオン分析事業	・海洋深層水を原料とした清涼飲料水の製造・販売 ・水溶液中の金属イオン分析	リスクヘッジを考えた副事業
オイル抽出事業	ヒノキオイル抽出・販売	主事業
農作物事業	新たな機能を持つ農作物の研究・開発	代替事業

Fig4-1-1 有限会社 GREEN の事業内容

なぜ、筆者が起業をする際に複数事業の遂行を考えたのかを述べる。オイル抽出・販売事業は将来的に市場性は高いと思われる。しかし、このような事業はリスクも大きい。研究・開発費や機械の購入や減価償却、人件費が多くのウェートを持つ。そしてその投資した費用や労働力が回収されるまでに時間がかかる。資本金が少なく、信用もないベンチャー起業では、このリスクの大きい事業だけでは日常の経営費が捻出できない。そこで、副事業として既に存在する海洋深層水事業や、海洋深層水研究の際に他企業の方から多くの要望があった金属イオン分析を事業にすることで、日常の経営費を稼ぐことが必要であった。

そして、この副事業が事業として成り立たないのであれば、代替事業をいくつか用意をした。これがベンチャー起業のリスクヘッジとして筆者が考えた経営手法である。

金属イオン分析事業

金属イオン分析事業は、清涼飲料水などの食品には欠かすことのできない、製品に含まれている金属イオンの管理を行う事業である。大企業では、独自で研究所を持ち、その研究所で商品の開発時や販売されている商品のロット管理を行っている。もしくは、費用はかかるが公的機関に金属イオン分析を依頼している。しかし、中小企業は独自で研究所を持つことは出来ない。ロット別に公的機関に製品を送って製品管理をすることも費用が高いためにできない。この結果、表示されている金属イオン濃度と実際にその商品の金属イオン濃度が違う場合が生じている。Fig4-1-3 に公的機関に金属イオン測定を依頼したときのコストを示す。

	コスト
Na	4,000 円（検出限界を下げると 2,000 円追加）
Mg	4,000 円（検出限界を下げると 2,000 円追加）
K	4,500 円（検出限界を下げると 2,000 円追加）
Ca	4,500 円（検出限界を下げると 2,000 円追加）
Fe	6,000 円（検出限界を下げると 2,000 円追加）
Cu	6,000 円（検出限界を下げると 2,000 円追加）

Fig4-1-2 公的機関での金属イオン分析コスト

また、中小企業にとって、大手飲料企業と競争を行う場合、スピードが大切になる。公的機関に依頼分析を行った場合は、サンプルを郵送し、1週間程度あとに、分析結果が送られてくる。すぐに分析結果が知りたい場合は数日で結果が送られてくるが、その場合は特別料金を払わなければならない。我々は、サンプルの数にはよるが、サンプルを受け取ったその日に分析を開始し、当日に通知することが可能である。また、郵送をしても1~2日程度で通知できる。

	分析報告までの時間	特別料金
公的機関	1週間程度	有
弊社	当日（郵送で1~2日）	無

Fig4-1-3 公的機関と弊社の分析結果報告までかかる日数

このように、スピードを求められる現在では、分析装置や研究機関をもたない飲料などを扱う中小企業にとって、非常に便利性和高いと考える。

また、実際に海洋深層水等のミネラル分析を行っている際に、いくつかの企業の商品、又は研究開発中の商品やその原料のミネラル分析を行った実績もある。潜在するミネラル分析市場はニッチであるが、多いと思われる。

オイル抽出事業

第3章に示したように、森林にとって負の資源である間伐材を用いてヒノキオイルを抽出し、科学的根拠をもとに工業分野や医療分野に応用をしていく。
バイオマスと通常用いられているヒノキオイル抽出釜を用いたオイル抽出装置をFig4-1-5に示す。

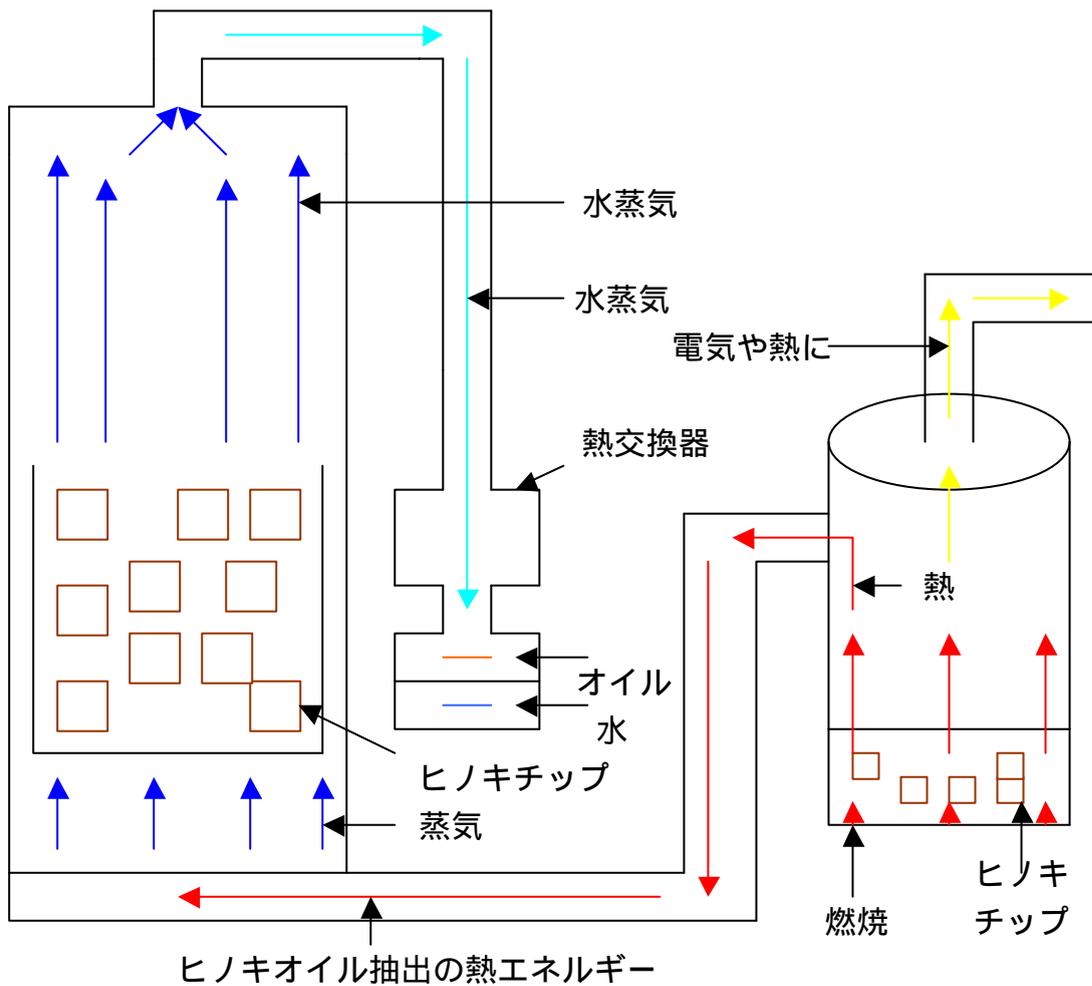


Fig4-1-4 バイオマスを用いたヒノキ抽出装置

Fig4-1-4 に示した抽出方式の特徴

釜の内部はステンレス使用。温度は 100℃ 以内で抽出。

バイオマス・ヒノキオイル抽出装置の利点

ヒノキチップの出し入れは、籠に入れたヒノキチップを横からレーンを敷く、取り出し可能とする為に、クレーンなどの大きな装置を必要としない。

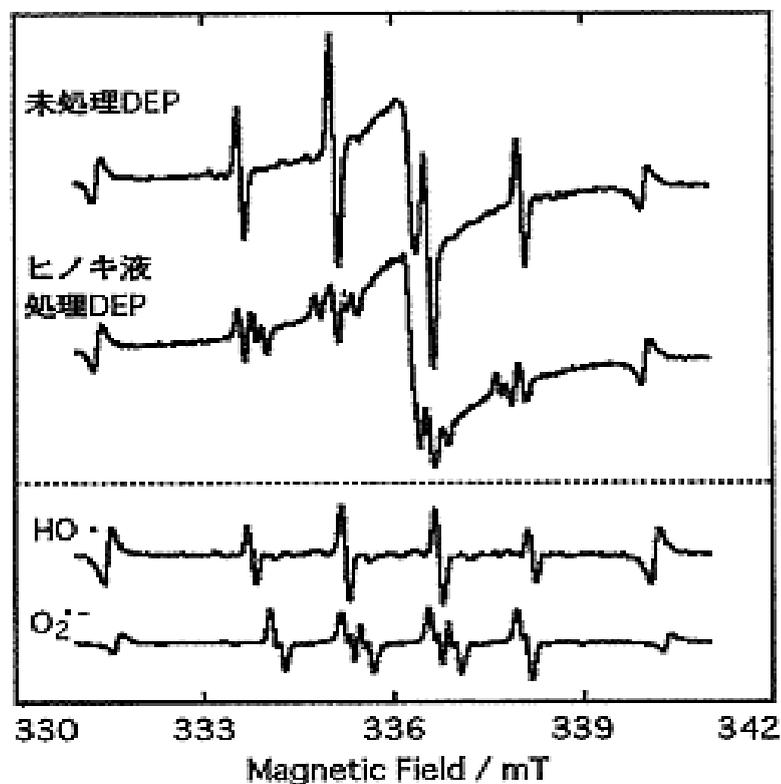
オイル抽出後のヒノキチップをバイオマス発電装置の燃料とする。バイオマスから生産された熱で、新たなヒノキオイル抽出の熱源とする。

現在、多く使用されている抽出装置は、ヒノキオイルや植物からのオイル抽出のみを対象としていた。結果、それ以外に用途はなく、使用コストがかかる。バイオマスと組み合わせる事によって、ヒノキオイル抽出後のチップをバイオマス燃料として用い、そのバイオマスから生産された熱エネルギーを、ヒノキオイル抽出の時の熱源に使用する。その結果、ヒノキオイル抽出の際のコストを軽減することが可能である。

ヒノキオイル抽出事業の将来性

ヒノキオイルの科学的検証は、高知工科大学物質環境システム工学科生命環境工学講座の河野教授等が研究している。ヒノキオイルには、生体への悪影響が懸念されている、活性酸素・フリーラジカル発生の抑制機能があることが河野教授等の研究によって分かっている。Fig4-1-5 と Fig4-1-6 で、ディーゼル車から出るディーゼル排気微粒子 (DEP) の産生した $\text{HO}\cdot$ と $\text{O}_2^{\cdot-}$ の ESR 測定結果とヒノキオイルのラジカル消去率の結果を示す。

標準DEPが産生した $\text{HO}\cdot$ や $\text{O}_2^{\cdot-}$ のESR



ヒノキ液処理によって
HO·産生が抑制された

Fig4-1-5DEP が産生した $\text{HO}\cdot$ と $\text{O}_2^{\cdot-}$ の ESR 測定結果

フリーラジカルの消去比率

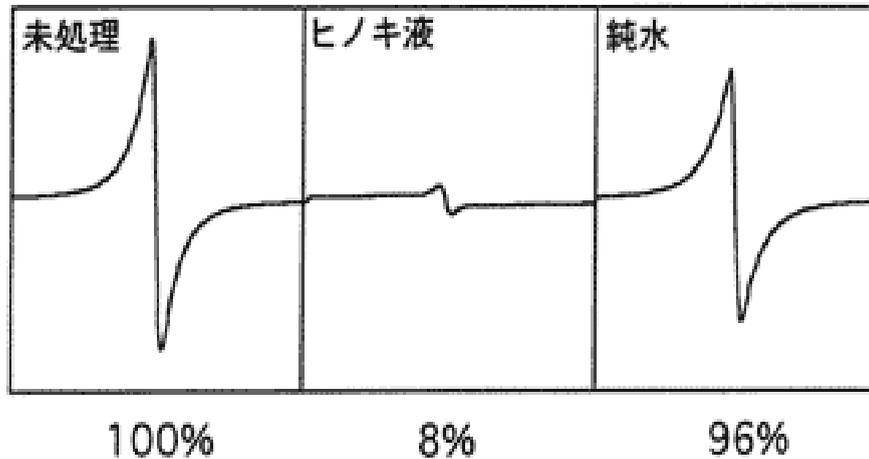


Fig4-1-6 未処理、ヒノキオイル処理、純水処理の DEP のラジカル消去比率

このように、ヒノキオイルには活性酸素・フリーラジカルの産生を抑制する機能があることが分かった。この結果は、医療分野にも応用が出来る。なぜなら活性酸素・フリーラジカルは癌やアレルギー疾患などの原因の一つとも言われているからである。

今後の課題は、どの成分が活性酸素・フリーラジカル産生の抑制機能があるのかを研究する必要がある。

4-2 企業のリスク・マネジメント

現代の企業は、大企業であっても中小企業やベンチャー企業であっても、様々なリスクに囲まれている。巨額な不正事件を隠ぺいした銀行や、無理な不動産投資による企業の倒産、薬害に対する適切な対応を怠った企業などが社会で問題になった。21世紀になった現在は、目がコンペティションというようにその激しさを増しているように見える。企業が勝ち残る為には、過去の手法を学ぶよりも、失敗を避けて成功のために経営リスクをどのようにとらえどう対応するかという、経営リスクを管理する「リスク・マネジメント」が重要な時代だと筆者は考える。これは、顧客の嗜好、技術の進歩、為替変動、規制緩和、経済のボーダーレス化など、21世紀になり経営環境が以前にもまして激変することが予想される、だからリスク要因も著しく変化をする。

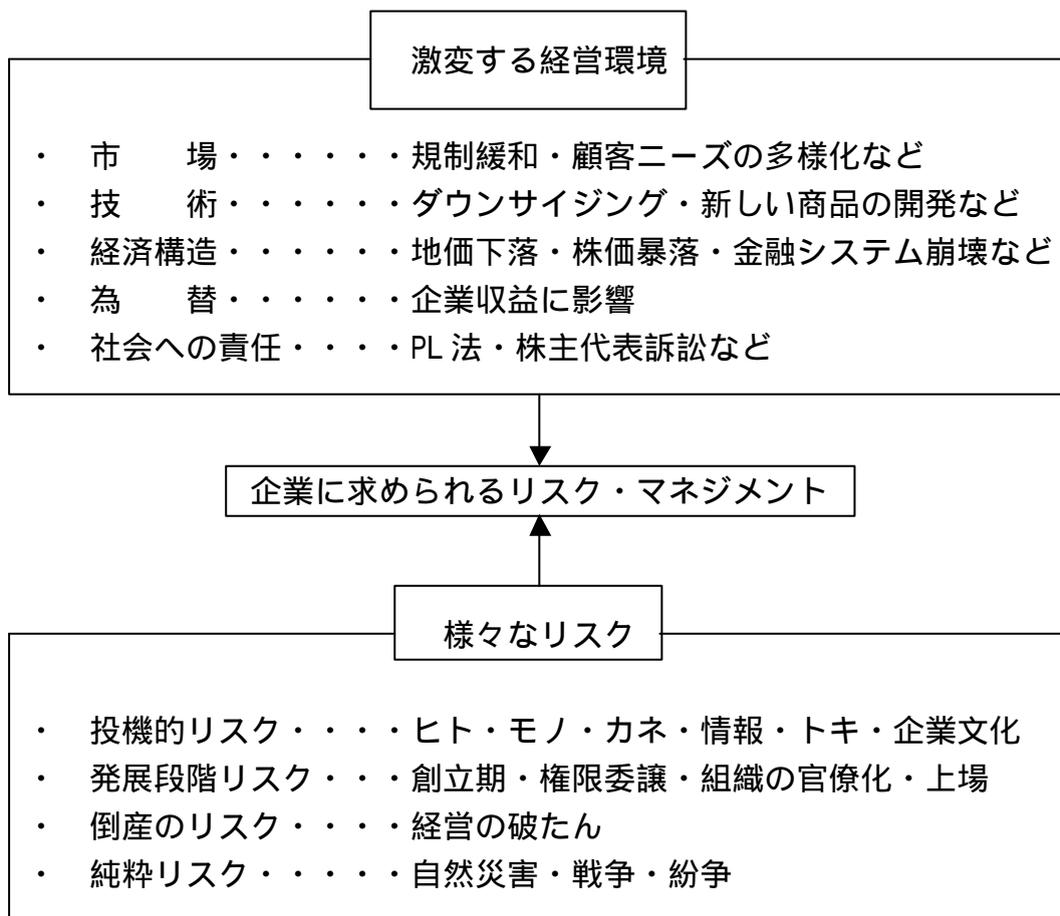


Fig4-2-1 経営環境とリスクから企業に求められるリスク・マネジメント*1

*1 リスク・マネジメント入門 高橋智弘著 日経文庫

現代は変化の時代である。戦後 50 年間の経営環境変化と、21 世紀前半までの 50 年間に予想される経営環境の変化を明確にとらえる事が、経営者にとって、新しい展開を予測し、様々な経営リスクに対応できるようにするためには重要である。

戦後 50 年のほとんどは、終戦直後の混乱期と最後のバブル経済崩壊後をのぞき、右肩上がりの経済であった。Fig4-2-2 に経済発展の波を示す。

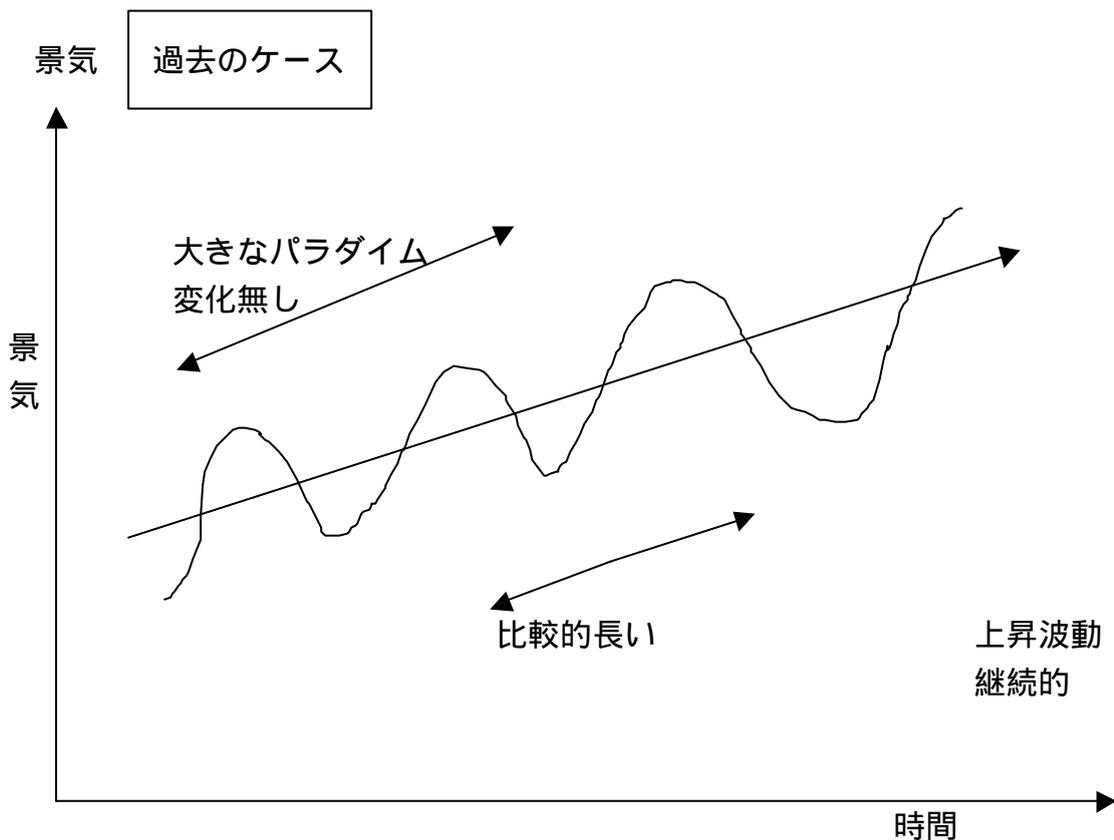


Fig4-2-2 過去の経済発展（景気循環）の波*1

右肩上がりの経済では、景気の波があるが市場は拡大している。主な経営リスクは、生活をより豊かにする機能向上型製品を開発できるかどうかであった。物不足時代の顧客ニーズに合わせる事が経営者の責任だった。

*1 リスク・マネジメント入門 高橋智弘著 日経文庫

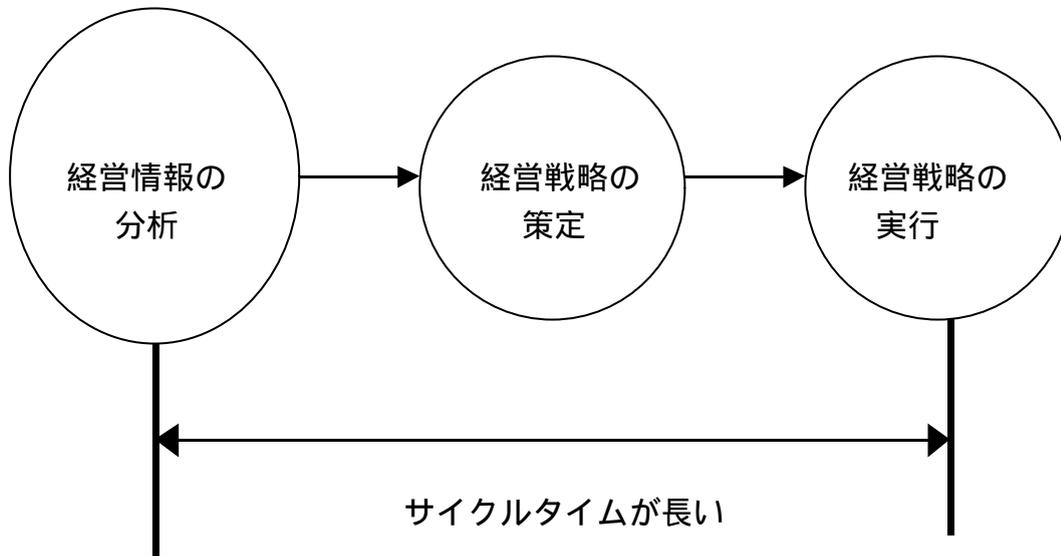


Fig4-2-3 従来の戦略的経営アプローチ*1

戦後 50 年の経営環境においては、パラダイム（境界を決めるルールや規則を意味し、その境界の中で何をすれば成功することが出来るのかをおしえてくれるもの）は変化していない。結果、経営情報の分析に力点をおく伝統的な経営手法を実行することが主であった。（Fig4-2-3 参照）

顧客の欲求を時間をかけて分析し、その結果に基づいて商品開発や製造・販売戦略を策定。そしてそれを実行すればよかった。全体のサイクルシステムが 10 年以上というケースも珍しくなかった。

*1 リスク・マネジメント入門 高橋智弘著 日経文庫

しかし、バブル経済を経て、戦後の目標であった経済復興と豊かな社会作りがある程度達成されると、消費者のニーズが多様化してきた。時代はモノ余りの時代になり、個々の Needs & Wants をどのように経営システムの中に取り組むかが最大の経営リスクとなっている。結果、従来の右肩上がりのパラダイムが変化し、不連続の上下波動の時代と言える。Fig4-2-4 にバブル経済後の経済発展の波を示す。

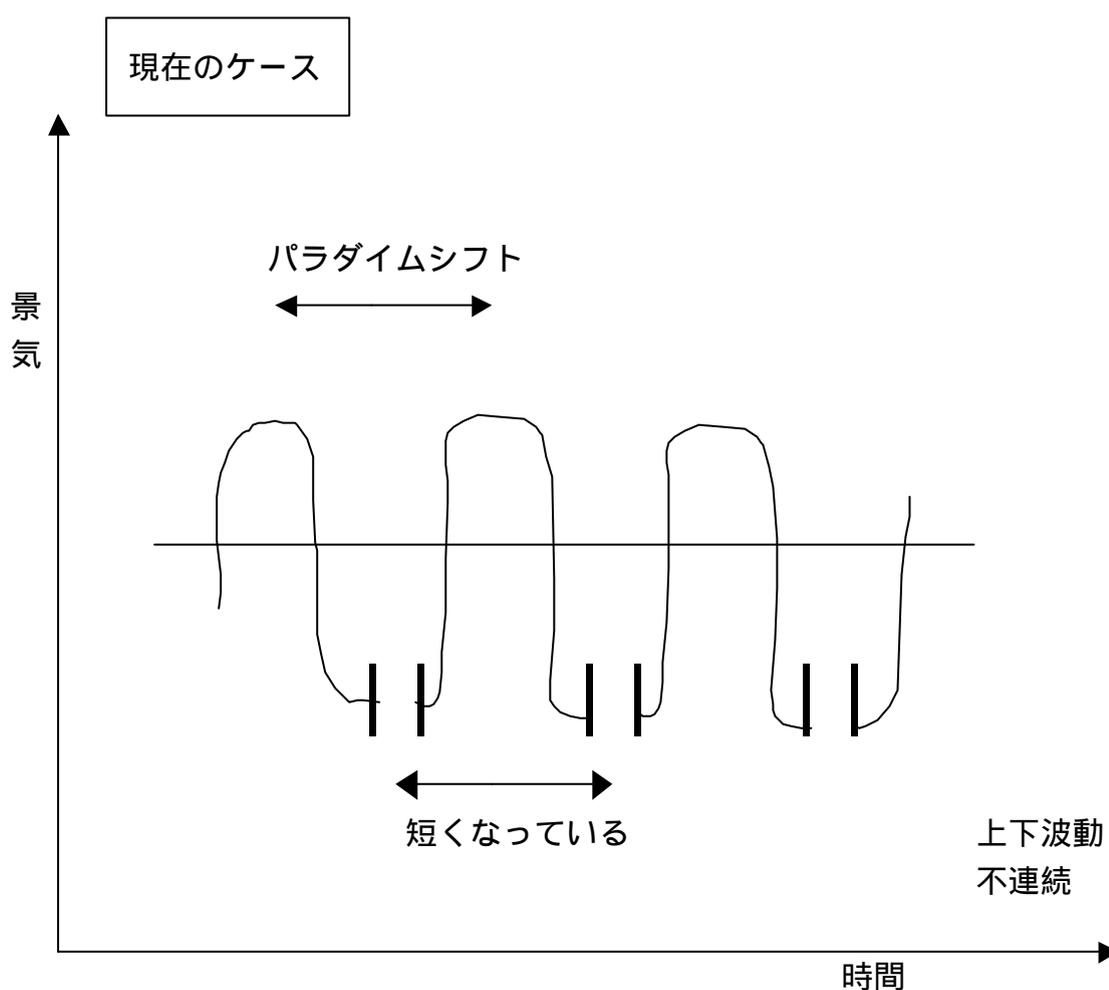


Fig4-2-4 現在の経済発展（景気循環）の波*1

*1 リスク・マネジメント入門 高橋智弘著 日経文庫

Fig4-2-4 のような時代には、新しいパラダイムに合わせた戦略、言い換えれば、変化する環境の中で即断即決で戦略を実行する新しい型の戦略的経営アプローチが最適となる。Needs & Wants が変化した顧客に合わせた新しい経営戦略の練り直しには、市場の変化に即した経営情報分析の見直しが必要となる。Fig4-2-5 で新しい戦略的経営アプローチを示す。

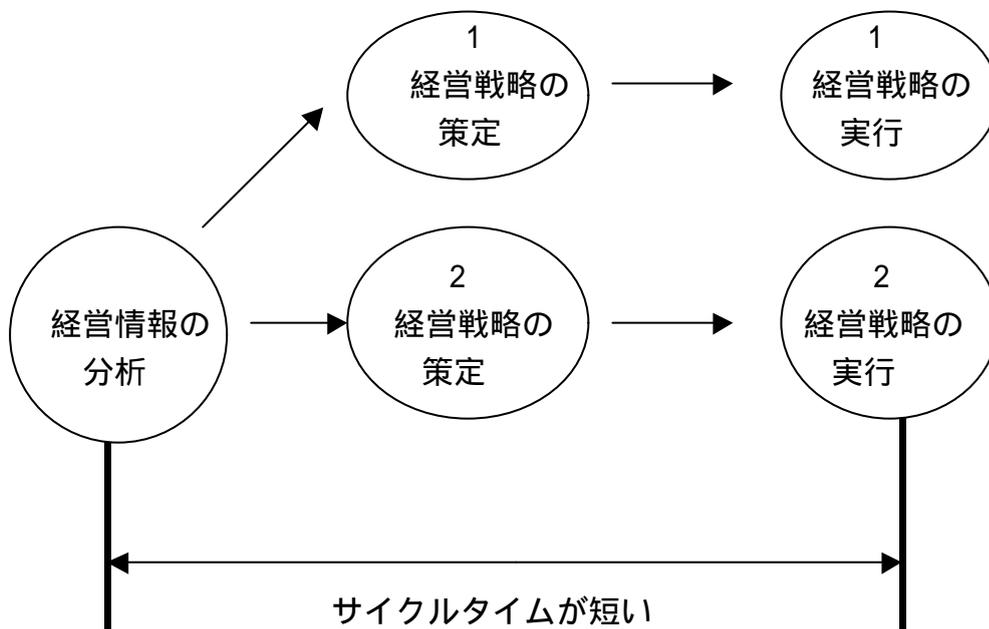


Fig4-2-5 変動の時代の新しい戦略的経営アプローチ*1

Fig4-2-5 は、顧客ニーズをつかんだ短期で柔軟な経営戦略の実行に重点がある。

*1 リスク・マネジメント入門 高橋智弘著 日経文庫

リスク・マネジメントの重要性は、経営環境が変化する時代には、企業を取り囲むリスクをどのようにコントロールするのが重要である。そのため、適切な仕組みが必要であり、その仕組みを動かす人がカギを握る。リスクは、企業の存続に関わるだけでなく、経営者や従業員の安全、さらに社会全体にも大きなダメージを与えかねない。だからリスク・マネジメントを適切に実行することが企業の社会的責任といえる。

リスク・マネジメントは、経営リスクをいかに回避するかの仕組みを指す。リスクの表現の仕方によって危機管理・危険管理・リスク管理などと言われる。

4-3 企業戦略ポートフォリオ

経営者は、企業の使命や目標に従い、事業ポートフォリオを設計する必要がある。企業の事業ポートフォリオとは、その企業を構成する事業と製品をすべて集めたものである。最適の事業ポートフォリオとは、その企業がもつ強みや弱みを、企業がおかれている環境に最もよく適合させるものである。企業は次にあげる 2 つの項目を決定し、策定しなければならない。

現在の事業ポートフォリオを分析し、事業別により積極的な投資を行うか、抑制をすべきかを決定しなければならない。

新製品や新事業をポートフォリオに加えるための成長戦略を策定しなければならない。

筆者が設立した有限会社 GREEN がなぜ複数の事業を展開しているのか。それは、4-2 で示したリスク・マネジメントを実行しているのである。起業時のリスクは、資金面などのほかに主となる事業がどれだけの市場の成長率があり、市場シェアが獲得できるかを分析する必要がある。筆者は、有限会社 GREEN の事業をポストンコンサルティング・グループ (BCG) の市場シェア・マトリックスにあてはめ、分析を行った。Fig4-3-1 に BCG の市場シェア・マトリックスを示す。

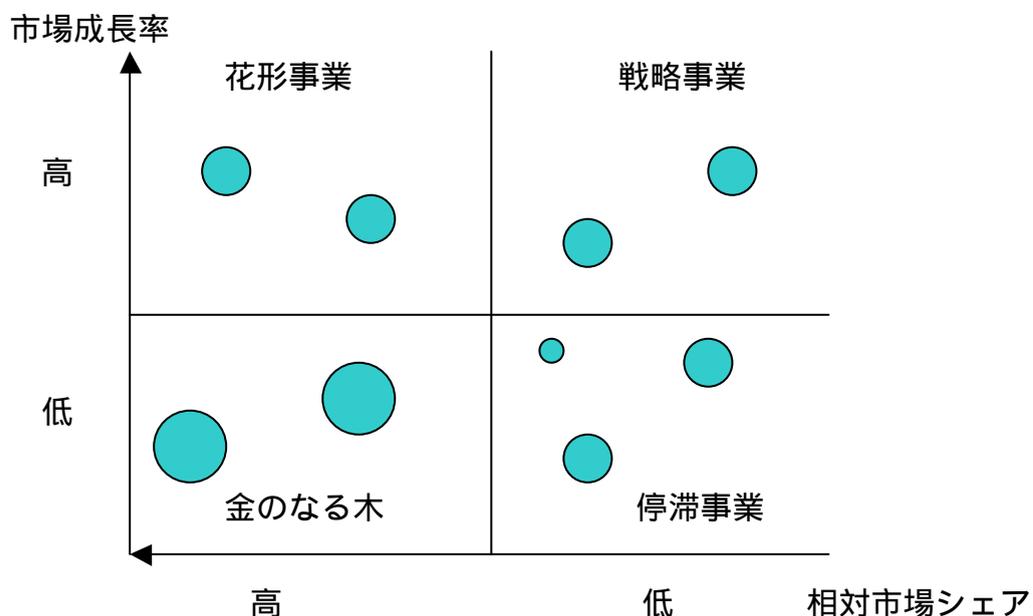


Fig4-3-1 BCG の成長・市場シェア・マトリックス*1

*1 マーケティングの原理 Philip Kotler & Gary Armstrong ダイアモンド社

BCG のアプローチでは、企業内の全ての SBU が評価され、Fig4-3-1 に示したよ

うな成長率 市場シェア・マトリックス上に SBU が位置付けられる。縦軸は、市場の魅力度を示す尺度として市場成長率がとられ、横軸には、その企業の市場の強さを示す相対市場シェアがとられている。このようにマトリックスを定義すると、SBU は次の 4 つのカテゴリーに分類される。

4 つのカテゴリーの説明をする。

花形事業・・・・・・・・高成長・高シェアの SBU。大きな投資が必要。将来成長が鈍化し、「金のなる木」になる。他の SBU を支える資金供給源となる。

金のなる木・・・・・・・・低成長・高シェアの SBU。高い市場シェアを維持。大きな投資は必要ない。多大な資金を生み出し、企業のコストを賄う。

戦略事業・・・・・・・・高成長市場・低シェアの SBU。市場シェアを上げ、維持するために莫大な投資が必要。経営者は、投資を行いシェアをのばして花形事業にしたてるか、縮小・廃止をするかを決めなければならない。

停滞事業・・・・・・・・低成長市場・低シェアの SBU。これらの事業は、事業を維持するだけの利益は若干上げられるが大きな資金供給源とはなりえない。

Fig4-3-1 の円の大きさは、その事業の大きさをあらわしている。戦略事業や停滞事業が多く存在しているが、金のなる木にある 2 つの事業が大きい為に、企業として経営が成り立っている。

有限会社 GREEN の事業を BCG 市場シェア・マトリックスにあてはめた表を Fig4-3-2 に示す。

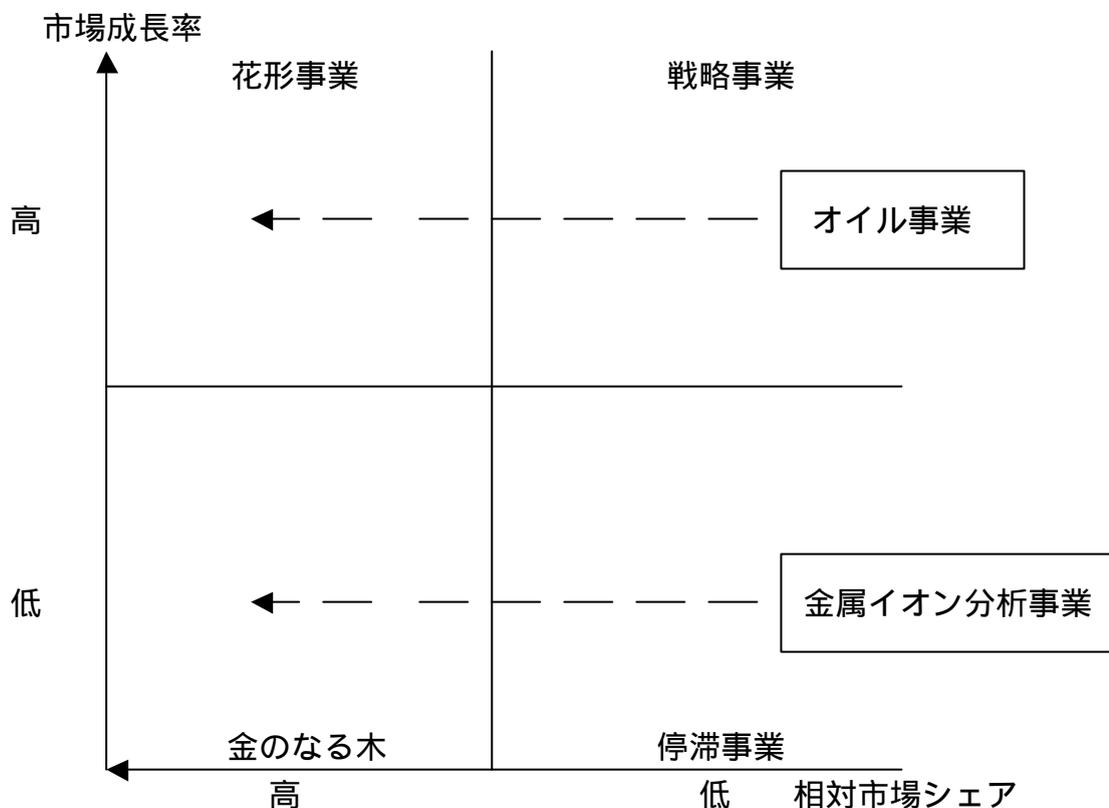


Fig4-3-2 有限会社 GREEN 市場シェア。マトリックス

オイル事業は、将来的に花形事業になる可能性がある。しかし、現時点では戦略事業のカテゴリーに入る。戦略事業では、多大な投資を行い、よりクリエイティブな事業であるために、リスクが大きい。そして、日常の営業経費としての収入もすぐには見込めない。よってこのオイル事業だけでは、ベンチャー企業としてはリスクが大きすぎる。既に存在する金属イオン事業や海洋深層水事業は、将来的には爆発的な市場性を持つとは思えない。しかし、日常の営業経費は入ってきやすく、なおかつ将来的には多くの投資を

必要とせず、オイル事業への投資ができるまでの金のなる木の事業になる可能性もある。

例えば、ザインエレクトロニクス（創業者・飯塚哲哉 1992年創業 2001年株式公開）は、飯塚氏が東芝の半導体技術研究所部長職を辞して、44歳の時に創業した会社である。「半導体は儲かる」を信念として、将来性のあると信じるシステムLSI設計研究所を起こした。しかし、創業当初は大企業の設計委託などをもらいうけ、なんとか企業としての生活収入を確保していた。結局、自社ブランドの製品を市場に出せるようになるまでに6年かかっている。*1

メガチップス（創業者・新藤昌弘 1990年創業 1998年株式公開）は、16年勤めた三菱電機からASIC（顧客専用にする集積回路）に理解を示してくれたリコーに移り、半導体研究所所長の重責を務めあげ退社。その後、6人の仲間と来るべき新技術領域であるシステムLSI設計ベンチャー企業を創設した。しかし、創業したものの銀行の払込口座すら開設してもらえず、事務所も貸してもらえず、市の集会所を時間借りしながら数ヶ月間転々とするという最悪のスタートであった。スタートアップ期は大企業の下請け的な、ベンチャーとしては屈辱であるが確実に少しの収益が出て高度な技術力の要らない受託開発業務に100%没頭。その間に企業として必要な人的、法的、経理的、物流的なあらゆる体制を整えた。数年でそれを卒業し、第二フェーズとして顧客専用LSIを開発。ファブレスとして受託製造会社に製造受託するという、従来よりリスクが高いが高利益のビジネスで、企業としての成長期を創出。この間にレベルの高いエンジニアを採用・養成し次の飛躍の時代に備えた。第三フェーズでは事業構造転換期と位置付け、自社システムLSIとそれをいかしたシステムビジネスを展開。6年の間に育て上げた多くの特許に守られた高度な自社技術をもとに、自社ブランド製品を創出。当然、在庫責任があり、どれだけ売れるか、どれだけ作るか、どう物流するか、どうサービスするかというベンチャー最大の試練の時を迎えた。しかし、過去6年間の企業経営の経験と自身でこれを乗り越えた。これが、創業2年目や3年目だと難しかったであろう。*2 Fig4-3-3にメガチップスの発展シナリオを示す。

*1 スピンオフ革命 前田昇 東洋経済新報社 P37～38

*2 スピンオフ革命 前田昇 東洋経済新報社 P43～45

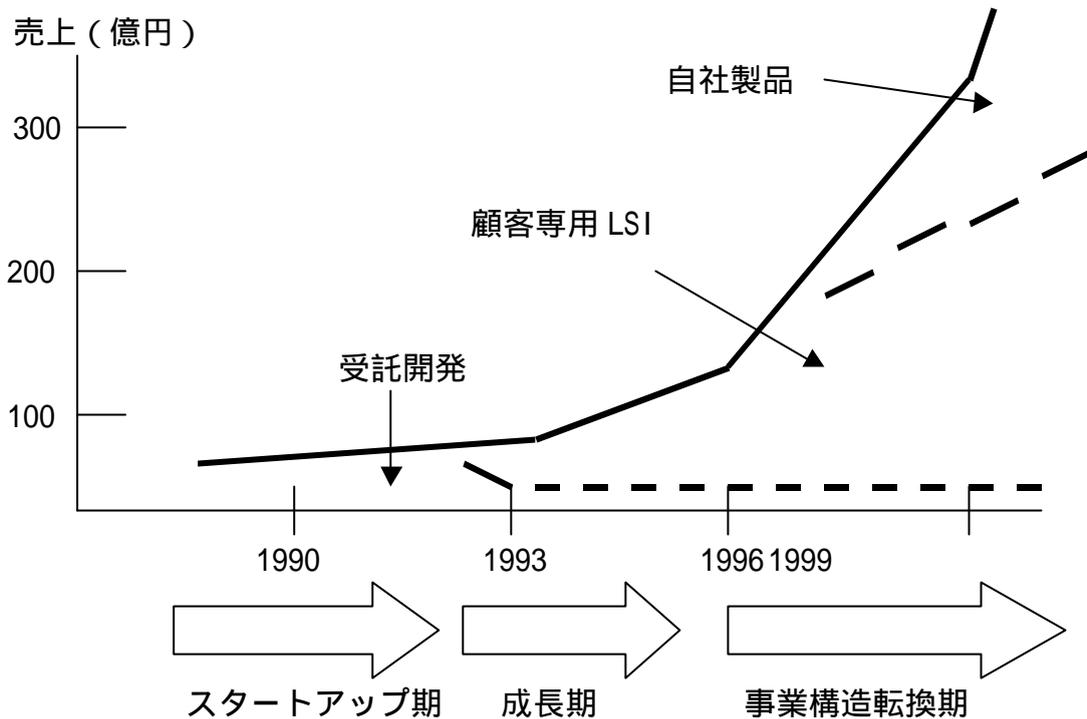


Fig4-3-3 メガチップス発展のシナリオ ハイテクベンチャー企業のフェーズ管理*1

このように、成功をおさめたベンチャー企業でも、創業当初は大企業の下請けや、本来の業務ではない仕事をし、経営費用を捻出していた。これは、ベンチャー企業の創業時のリスクヘッジを考えた戦略である。ベンチャー企業は、企業の体力をつけるため、そして主事業である業務を行う為にも、利益は少ない仕事でも創業当初は行う必要がある。筆者は、ベンチャー企業とは日常の日銭を稼ぎ、リスクヘッジを考えなければ、将来の飛躍はありえないと考える。

*1 スピンオフ革命 前田昇 東洋経済新報社 P44

第5章 総括

筆者は、ベンチャー企業を設立する際にリスクヘッジを考えて、複数事業の遂行を考えた。

主事業であるヒノキオイル抽出事業は、研究の結果、オイルに関しては非常にすばらしい活性酸素・フリーラジカルの産生を抑制する機能があることが分かった。しかし、オイルの最適な抽出方法が確立していないという点と、森林事業には森林の所有権の複雑さや、林業が補助金や公的資金など多くの予算を国や県が投じているために、新しい事業には非常に消極的である点など、オイル抽出を行うまでの問題が山積していることが分かった。しかし、間伐材などをなんとか資源にしたいという気持は共通であることも確認できた。

副事業である海洋深層水・金属イオン分析に関しては、海洋深層水の持つ金属イオンが食味を変える作用があることを発見。海洋深層水の科学的根拠のある商品開発に成功した。そして、海洋深層水は人の皮膚表面上では活性酸素を大量に産生する事が分かった。その結果、アトピー性皮膚病などのアレルギー疾患は、患部に黄色ブドウ球菌が繁殖するが、肌が海洋深層水に触れると、患部に大量の活性酸素が産生され、その活性酸素が黄色ブドウ球菌を殺菌するというメカニズムが分かった。しかし、海洋深層水は噂で流れているような生体に非常にいいとされるような現象は、マウスを使った実験では検証されなかった。

金属イオン分析に関しては、年間延べ 100 検体程度を分析した技術を事業化し、いくつかの企業とも提携をした。この事業のおかげで、日々の営業経費を稼ぐことが可能になり、投資の必要性がありリスクの大きいオイル抽出事業にチャレンジできるまでの、会社の体力を養うことが可能になった。

企業を営む事は簡単なことではない。いかにリスクヘッジするか。会社の現在の状況や市場などの分析を行い、先手を打って適切なリスクマネジメントを実行することが必要だと考える。起業家は、企業を設立し企業を大きくなるのが全てではない。いかに社会的貢献が出来る企業を作り出すことが出来るのかが本当の意味での起業家かではないだろうか。

参考引用文献

海洋深層水の利用 21世紀の循環型資源
中島敏光著 緑書房

薬剤師がすすめるビタミン・ミネラルの使い方
福井透編著 丸善株式会社

リスク・マネジメント入門
高梨智弘著 日本経済新聞社

マーケティング原理 戦略的行動の基本と実践
Philip Kotler & Gary Armstrong ダイヤモンド社

スピンオフ革命 新しい日本型産業創出のモデルとシナリオ
前田昇著 東洋経済新報社